

**UNIVERSIDAD DE PANAMÁ**  
**VICERRECTORÍA DE INVESTIGACIÓN Y POSTGRADO**  
**PROGRAMA CENTROAMERICANO DE MAESTRÍA EN ENTOMOLOGÍA**

**PARASITOIDES ASOCIADOS A ESPECIES DEL GÉNERO *ANASTREPHA***  
**(DIPTERA: TEPHRITIDAE) Y CARACTERÍSTICAS DE EMPUPAMIENTO EN**  
**PANAMÁ**

**LUIS ANTONIO ALVARADO GÁLVEZ**

**TESIS PRESENTADA COMO UNO DE LOS REQUISITOS PARA OPTAR AL**  
**GRADO DE MAGÍSTER EN CIENCIAS CON ÉNFASIS EN ENTOMOLOGÍA**

**PANAMÁ, REPÚBLICA DE PANAMÁ**

**2013**

ST

18 MAR 2014

Doc.

**PARASITOIDES ASOCIADOS A ESPECIES DEL GÉNERO *ANASTREPHA*  
(DIPTERA: TEPHRITIDAE) Y CARACTERÍSTICAS DE EMPUPAMIENTO EN  
PANAMÁ**

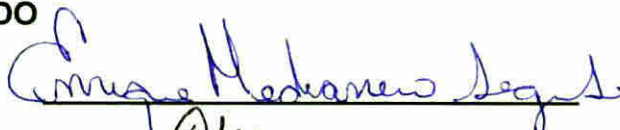

**TESIS**

**Sometida para optar al título de Magíster en Ciencias con énfasis en  
Entomología**

**VICERRECTORÍA DE INVESTIGACIÓN Y POSTGRADO**

**Permiso para su publicación o reproducción total o parcial, debe ser  
obtenido en la Vicerrectoría de Investigación y Postgrado**

**APROBADO**

  
\_\_\_\_\_  
Dr.  
  
\_\_\_\_\_

**Asesor**

**Jurado**

**Jurado**

## DEDICATORIA

Muy especialmente a mis hijas *Zianny*, *Sophye* y *Yury*, quienes han sido partícipes de los sacrificios y esfuerzos dedicados para culminar estos estudios. Hijas mías siempre sean perseverantes y mantengan vivas sus ansias de superarse, que como padres procuramos prepararlas para que se eduquen así mismas durante toda su vida.

A mi esposa *Ury Raquel*, gracias a su comprensión y apoyo brindado en todo momento ha sido posible la culminación de esta etapa de nuestras vidas.

A mi madre *Nitzia Evelia* quien siempre velo y fomento porque tuviera acceso a la principal herramienta de superación: la educación.

A mis hermanos *Álvaro* y *Ariel* por su presencia y atención constante.

Al Sr. *Eneas Robles* por apoyo y confianza brindada.

## AGRADECIMIENTO

A Dios Todo poderoso.

A mi asesor dentro de la PCMENT, Dr. Enrique Medianero Segundo, por sus sinceras palabras y orientación que ha contribuido a la culminación de este trabajo.

A los profesores del Programa Centroamericano de Maestría en Entomología por los conocimientos brindados durante el período de clases.

A mis compañeros: Lizzy, Cristina, Rosalía, Larissa, Orlando, Ceferino y Marlenys, con quienes conviví el día a día dentro del programa

A las autoridades y compañeros de la Dirección Nacional de Sanidad Vegetal del Ministerio de Desarrollo Agropecuario por su asistencia técnico - administrativa que de una u otra forma ha contribuido con este logro.

A los Ingenieros Agrónomos Rodrigo Chang y Jorge Quintana por contribuir con frutos de *Hippomane mancinella* y *Chrysophyllum cainito*, respectivamente.



## ÍNDICE GENERAL

<b>DEDICATORIA</b>	i
<b>AGRADECIMIENTO</b>	ii
<b>RESUMEN</b>	1
<b>ABSTRACT (SUMMARY)</b>	2
<b>CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN</b>	3
<b>CAPÍTULO II. REVISIÓN DE LITERATURA</b>	7
1. El género <i>Anastrepha</i>	7
1.1. Origen y distribución	7
1.2. Importancia económica	8
1.3. Distribución geográfica de las especies de evaluadas en el estudio	9
1.3.1. <i>Anastrepha obliqua</i> Macquart	9
1.3.2. <i>Anastrepha striata</i> Schiner	10
1.3.3. <i>Anastrepha ludens</i> Loew	11
1.3.4. <i>Anastrepha serpentina</i> Wiedemann	12
1.3.5. <i>Anastrepha distincta</i> Greene	13
1.4. Estudios sobre infestación	13
2. Parasitoides asociados a especies de <i>Anastrepha</i> en el Neotrópico	17
3. Plantas hospederas de las especies estudiadas	25
4. Aspectos biológicos de las especies estudiadas del género <i>Anastrepha</i> .	27
4.1. Profundidad de pupación	27
<b>CAPÍTULO III. MATERIALES Y MÉTODOS</b>	30
1. Generalidades	30
2. Evaluación de infestación y parasitoidismo	34
2.1 Metodología en campo	34
2.2 Metodología en laboratorio	34

<b>3</b>	<b>Evaluación de profundidad de empupamiento de especies de <i>Anastrepha</i> segun fruta hospedera</b>	<b>37</b>
<b>3 1</b>	<b>Metodología en campo</b>	<b>37</b>
<b>3 2</b>	<b>Metodología en laboratorio</b>	<b>38</b>
<b>4</b>	<b>Identificación de las especies emergidas</b>	<b>41</b>
<b>5</b>	<b>Análisis de la información</b>	<b>42</b>
	<b>CAPÍTULO IV RESULTADOS Y DISCUSIÓN</b>	<b>45</b>
<b>1</b>	<b>Evaluación de la infestación en frutos por especies de <i>Anastrepha</i></b>	<b>45</b>
<b>1 1</b>	<b>Campo</b>	<b>45</b>
<b>1 2</b>	<b>Laboratorio</b>	<b>46</b>
<b>1 2 1</b>	<b><i>Mangifera indica</i></b>	<b>49</b>
<b>1 2 2</b>	<b><i>Spondias mombin</i></b>	<b>51</b>
<b>1 2 3</b>	<b><i>Psidium guajava</i></b>	<b>53</b>
<b>1 2 4</b>	<b><i>Citrus sinensis</i></b>	<b>56</b>
<b>2</b>	<b>Evaluación de parasitoidismo</b>	<b>59</b>
<b>2 1</b>	<b><i>Doryctobracon zeteki</i> Muesebeck</b>	<b>63</b>
<b>2 2</b>	<b><i>Doryctobracon areolatus</i> Szépligeti</b>	<b>66</b>
<b>2 3</b>	<b><i>Doryctobracon crawfordi</i> (Viereck)</b>	<b>70</b>
<b>2 4</b>	<b><i>Opius bellus</i> Sensus Wharton</b>	<b>71</b>
<b>2 5</b>	<b><i>Diachasmimorpha longicaudata</i> Ashmead</b>	<b>73</b>
<b>2 6</b>	<b><i>Asobara anastrephae</i> Muesebeck</b>	<b>75</b>
<b>2 7</b>	<b><i>Alysinae</i> no determinados</b>	<b>77</b>
<b>2 8</b>	<b>Braconidae no determinados</b>	<b>77</b>
<b>2 9</b>	<b><i>Dicerataspis</i> sp</b>	<b>77</b>
<b>2 10</b>	<b><i>Spilomicrus</i> Westwood</b>	<b>79</b>
<b>2 11</b>	<b>Parasitoides en otras frutas</b>	<b>80</b>
<b>2 11 1</b>	<b>Caimito (<i>Chrysophyllum cainito</i> Sapotaceae )</b>	<b>80</b>
<b>2 11 2</b>	<b><i>Hippomane mancinella</i> (Euphorbiaceae)</b>	<b>83</b>
<b>2 12</b>	<b>Relaciones tróficas</b>	<b>83</b>
<b>3</b>	<b>Evaluación de la profundidad de empupación de especies de</b>	<b>86</b>

<i>Anastrepha</i> segun fruta hospedera	
3 1 <i>Anastrepha obliqua</i>	86
3 1 1 <i>Mangifera indica</i>	86
3 1 2 <i>Spondias mombin</i>	88
3 2 <i>Anastrepha strnata</i>	89
3 3 <i>Anastrepha ludens</i>	90
3 4 <i>Anastrepha distincta</i>	91
3 5 <i>Anastrepha tumida</i>	91
4 Consideraciones finales	95
<b>CAPÍTULO V CONCLUSIONES</b>	99
<b>CAPÍTULO VI RECOMENDACIONES</b>	102
<b>CAPÍTULO VII BIBLIOGRAFÍA CITADA</b>	103

## ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1 Niveles de infestación de especies de <i>Anastrepha</i> en Yucatán México	15
Cuadro 2 Niveles de infestación de especies de <i>Anastrepha</i> en Roraima Brasil	16
Cuadro 3 Listado de parasitoides Hymenoptera asociados a especies de <i>Anastrepha</i> en el Neotrópico	17
Cuadro 4 Numero de plantas y superficie sembrada en la Republica de Panamá de los cultivos sujetos a estudio	27
Cuadro 5 Profundidades de pupación de cuatro especies de <i>Anastrepha</i>	29
Cuadro 6 Meses de recolecta de frutos durante los años 2011 y 2012 considerando las temporadas de cosecha de las especies frutales en estudio	30
Cuadro 7 Localización y características de las áreas de muestreo para las pruebas de infestación y parasitoidismo	32
Cuadro 8 Localización y características de las áreas de muestreo para la prueba profundidad	33
Cuadro 9 Cantidades y peso de frutos segun especie vegetal y sitios de colecta	45
Cuadro 10 Infestación de <i>Anastrepha</i> segun especie frutal	46
Cuadro 11 Datos totales de las pruebas de infestación y parasitoidismo	48
Cuadro 12 Distribución de la infestación en frutos de mango segun intervalos del peso de los frutos	51
Cuadro 13 Distribución de la infestación en frutos de jobo segun intervalos del peso de los frutos	52
Cuadro 14 Distribución de la infestación en frutos de guayaba segun intervalos del peso de los frutos	55

Cuadro 15. Distribución de la infestación en frutos de naranja, según intervalos del peso de los frutos.	57
Cuadro 16. Especies de parasitoides recuperados de los frutos objeto de estudio.	61
Cuadro 17. Parasitoidismo natural sobre especies de <i>Anastrepha</i> por el complejo de parasitoides según especie frutal	62
Cuadro 18. Distribución del parasitoidismo en los frutos evaluados, según intervalos del peso de los frutos	63
Cuadro 19. Cantidades de pupas de <i>Anastrepha</i> recuperadas según nivel de profundidad en tanques conteniendo frutos de mango.	87
Cuadro 20. Cantidades de pupas de <i>Anastrepha</i> recuperadas según nivel de profundidad en tanques conteniendo frutos de jobo.	89
Cuadro 21. Cantidades de pupas de <i>Anastrepha</i> recuperadas según nivel de profundidad en tanques conteniendo frutos de guayaba.	90
Cuadro 22. Lecturas promedio del penetrometro ( $\text{Kg/cm}^2$ ) a diferentes profundidades en cada tanque donde hubo recuperación de pupas de <i>Anastrepha</i> .	94

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1	Mapa de la distribución de <i>Anastrepha obliqua</i> en América	9
Figura 2	Mapa de la distribución de <i>Anastrepha striata</i> en América	10
Figura 3	Mapa de la distribución de <i>Anastrepha ludens</i> en América	11
Figura 4	Mapa de la distribución de <i>Anastrepha serpentina</i> en América	12
Figura 5	Compendio de relaciones tróficas entre parasitoides – <i>Anastrepha</i> – fruto hospedero en Panamá	24
Figura 6	Pruebas de infestación y parasitoidismo	35
Figura 7	Pupas vivas de <i>A. obliqua</i> en cámaras de emergencia con frutos de mango	36
Figura 8	Tanques con frutos para la prueba de profundidad de pupación	39
Figura 9	Procesamiento de muestras en la prueba de profundidad de pupación	40
Figura 10	Uso del penetrometro en la evaluación de la resistencia de penetración de los suelos empleados en el estudio	41
Figura 11	Composición del material entomológico recuperado en mango	50
Figura 12	<i>Anastrepha obliqua</i> en frutos de mango	50
Figura 13	Composición del material entomológico recuperado en jobo	52
Figura 14	<i>Anastrepha obliqua</i> en frutos de jobo	53
Figura 15	Composición del material entomológico recuperado en guayaba	55
Figura 16	<i>Anastrepha striata</i> en fruto de guayaba	56
Figura 17	Composición del material entomológico recuperado en naranja	58
Figura 18	<i>Anastrepha ludens</i> en hoja de naranja (Boquete Chiriquí)	58
Figura 19	Parasitoides recuperados de la familia Braconidae	60



Figura 20. Adultos de <i>Doryctobracon zeteki</i>	64
Figura 21. Origen de los individuos de <i>Doryctobracon zeteki</i> recuperados en guayaba.	65
Figura 22. Adultos de <i>Doryctobracon areolatus</i> .	67
Figura 23. Adultos de <i>Doryctobracon crawfordi</i> .	70
Figura 24. Adultos de <i>Opius bellus</i> .	72
Figura 25. Adulto de <i>Diachasmimorpha longicaudata</i> (♀).	74
Figura 26. Adultos de <i>Asobara anastrephae</i> .	75
Figura 27. Adulto de <i>Dicerataspis</i> sp.	78
Figura 28. Adulto de <i>Spilomicrus</i> sp.	79
Figura 29. <i>Anastrepha serpentina</i> en frutos de caimito.	81
Figura 30. Adulto de <i>Aganaspis</i> sp.	82
Figura 31. Relación trófica entre parasitoides – <i>Anastrepha</i> – fruto hospedero en Panamá.	85
Figura 32. Patron general a la que se encuentra las pupas del género <i>Anastrepha</i> dentro del suelo.	98

## RESUMEN

El presente trabajo tuvo como objetivos determinar el porcentaje intensidad y nivel de infestación de *Anastrepha obliqua* *Anastrepha striata* *Anastrepha ludens* y *Anastrepha distincta* en frutos de *Mangifera indica* (mango) *Spondias mombin* (jobo) *Psidium guajava* (guayaba) *Citrus sinensis* (naranja) e *Inga* sp (guaba) Así como identificar los parasitoides asociados a estas moscas y calcular su porcentaje de parasitoidismo Como un objetivo secundario se evaluó la profundidad en que empupan las especies *Anastrepha obliqua* *Anastrepha striata* *Anastrepha ludens* y *Anastrepha distincta* la mayoría del grupo de moscas de la fruta de importancia agrícola Los muestreos se realizaron en cinco provincias de la Republica de Panamá recolectándose 5049 frutos 2101 frutos para el ensayo de infestación y parasitoidismo y 2948 frutos utilizados para el ensayo de profundidad empupamiento La mayoría de las pupas de *Anastrepha* fueron recuperadas en los cinco centímetros superiores de profundidad estas pupas correspondían a *Anastrepha obliqua* (mango jobo) y *Anastrepha striata* (guayaba) *A. striata* en *P. guajava* presentó el mayor porcentaje de infestación (79.21%) *A. obliqua* en *S. mombin* exhibió el mayor nivel de infestación (289.96 larvas/kg fruto) Los Braconidae fueron los parasitoides predominantes asociados a estas moscas (94.68%) *Doryctobracon zeteki* *Doryctobracon areolatus* *Doryctobracon crawfordi* *Opius bellus* *Diachasmimorpha longicaudata* y *Asobara anastrephae* Los más abundantes fueron *D. zeteki* (71 individuos) *D. areolatus* (59 individuos) y *O. bellus* (49 individuos) *Doryctobracon areolatus* y *Asobara anastrephae* parasitaron a *A. obliqua* y *A. striata* *Opius bellus* parasito *A. obliqua* únicamente en frutos de *S. mombin* *D. longicaudata* estuvo únicamente asociado a *A. ludens* en *Citrus sinensis* de Potrerillos Chiriquí Primer reporte en Panamá de las siguientes asociaciones parasitoide-mosca-fruto 1) *Asobara Anastrephae* en *Anastrepha acns* (*Hippomane mancinella*) en *A. striata* (*Psidium guajava*) y en *A. obliqua* (*Mangifera indica* *Spondias mombin*) 2) *Opius bellus* en *A. obliqua* (*Spondias mombin*) 3) *Doryctobracon crawfordi* en *A. striata* (*Psidium guajava*) 4) *D. areolatus* en *A. acns* (*Hippomane mancinella*) en *A. obliqua* (*Spondias mombin*) 5) *Aganaspis* sp en *Anastrepha serpentina* (*Chrysophyllum cainito*)

## ABSTRACT

The rate and infestation level of *Anastrepha obliqua*, *Anastrepha striata*, *Anastrepha ludens* and *Anastrepha distincta* on fruits of *Mangifera indica* (mango), *Spondias mombin* (jobo), *Psidium guajava* (guayaba), *Citrus sinensis* (naranja) and *Inga* sp (guaba) were estimated. Parasitoid species associated with these flies were identified and the percentage of parasitism was calculated. Secondly, we evaluated soil depth at which pupate *Anastrepha obliqua*, *Anastrepha striata*, *Anastrepha ludens* y *Anastrepha distincta*. Sampling was conducted in five provinces of the Republic of Panamá where 5049 fruits were collected: 2101 for testing infestation and parasitism, 2948 fruits were used for testing pupation depth. Most pupae of *Anastrepha* were recovered on the upper five centimeter deep; these pupae corresponded to *Anastrepha obliqua* (mango, jobo) and *Anastrepha striata* (guava). *A. striata* in *P. guajava* had the highest infestation (79.21%). *A. obliqua* in *S. mombin* exhibited the highest level of infestation (289.96 larvae / kg fruit). Braconidae were the predominant parasitoids associated with these flies (94.68%): *Doryctobracon zeteki*, *Doryctobracon areolatus*, *Doryctobracon crawfordi*, *Opius bellus*, *Asobara anastrephae* and *Diachasmimorpha longicaudata*. The most abundant species were *D. zeteki* (71 individuals), *D. areolatus* (59 individuals) and *O. bellus* (49 individuals). *Anastrephae asobara* and *Doryctobracon areolatus* parasitized *A. obliqua* and *A. striata*. *Opius bellus* parasite *A. obliqua* in only fruits of *S. mombin*. *D. longicaudata* was only associated to *A. ludens* in *Citrus sinensis* from Potrerillos Chiriquí. First report in Panama of the following associations: parasitoid fly fruit. 1) *Asobara anastrephae* in *Anastrepha acns* (*Hippomane mancinella*) in *A. striata* (*Psidium guajava*) and *A. obliqua* (*Mangifera indica*, *Spondias mombin*). 2) *Opius bellus* in *A. obliqua* (*Spondias mombin*). 3) *Doryctobracon crawfordi* in *A. striata* (*Psidium guajava*). 4) *D. areolatus* in *A. acns* (*Hippomane mancinella*) in *A. obliqua* (*Spondias mombin*). 5) *Aganaspis* sp in *Anastrepha serpentina* (*Chrysophyllum cainito*).

# **CAPITULO I.**

## **INTRODUCCIÓN**

## INTRODUCCIÓN

En América tropical y subtropical la fruticultura tiene un enorme potencial de desarrollo por las condiciones de clima y de suelos de la región así como por las oportunidades que ofrecen los mercados internacionales. En Panamá ese potencial se hace evidente en el crecimiento que ha experimentado la exportación de sandías, melones y piñas gracias al impulso de las políticas públicas de estímulo a la agroexportación. Basta señalar que en el quinquenio 2002-2006 la exportación de frutas se duplicó al pasar de 154.2 millones a 312.8 millones de dólares, cifra que en ese período representó el 30% del total de las exportaciones de bienes del país (IICA, 2008).

En la Región Neotropical las especies del género *Anastrepha* constituyen el principal problema entomológico en la fruticultura tanto en términos de producción como en la comercialización (Norrbom, 2004). Debido a las restricciones cuarentenarias, estas moscas son las principales barreras a las exportaciones agrícolas al darse el cierre de mercados para la exportación, limitando así el desarrollo económico (Aluja, 1994). Entre las especies descritas de *Anastrepha* destacan siete especies por su importancia económica: *A. fraterculus*, *A. grandis*, *A. ludens*, *A. obliqua*, *A. serpentina*, *A. striatula* y *A. suspensa*. El estatus de plaga varía de país en país. Dentro de un país, ciertas especies atacan algunos cultivos con severidad variable de acuerdo a la época.

del año y a las condiciones ambientales del lugar. Otras especies son plagas de un frutal dependiendo de las condiciones ecológicas del lugar (Hernandez Ortiz y Aluja 1993, Aluja 1994).

Entre los efectos económicos causados por las especies de mosca de la fruta se destacan la pérdida de rendimiento, el aumento de los costos de control, la construcción y mantenimiento de instalaciones de tratamientos de frutos y erradicación (Norrbon *et al* 1998). Estos efectos impulsan la búsqueda de nuevas alternativas en el manejo de estas plagas que estén basadas en principios bioracionales con mínimos efectos colaterales (Montoya y Cancino 2004). Sin embargo, estas alternativas deben sustentarse con estudios sobre aspectos biológicos de las especies de este género y sus relaciones con otras especies, principalmente parasitoides, que las regulan en condiciones naturales. Por ejemplo, a pesar que desde inicio del siglo pasado surgió el interés por incorporar en los programas de manejo de moscas de la fruta especies parasitoides que ayuden a controlar las poblaciones de mosca, los resultados han sido erráticos, obteniéndose éxitos parciales con la introducción de algunas especies de Braconidae. A la fecha, un poco más de 100 especies de parasitoides han sido relacionados a distintas especies de mosca de la fruta (Wharton *et al* 2013). Sin embargo, aun faltan por explorar muchas zonas de Centro y Sur América en busca de potenciales especies que regulan las poblaciones de *Anastrepha* y más aun determinar la eficiencia de las mismas a través de su tasa de parasitoidismo.



En varias zonas de América se han realizado investigaciones encaminadas a reconocer los parasitoides nativos de especies del género *Anastrepha* Igualmente parasitoides exóticos como *Diachasmimorpha longicaudata* han sido introducidos en varios países de la región Actualmente países como México Brasil Peru y Argentina mantienen programas de Control Biológico Clásico fundamentados en la producción y liberación masiva de parasitoides dirigidos a regular poblaciones de *Anastrepha* No obstante las especies de parasitoides utilizadas no han podido garantizar hasta ahora el control adecuado de la plaga pero pueden disminuir las poblaciones y ser complementadas con otras tácticas de control Tal es el caso de la Técnica del Insecto Estéril (TIE) empleado para regular en forma eficiente poblaciones de *Ceratitis capitata* (Diptera Tephritidae) en México Guatemala y Peru pero con elevados costos (Korytkowski 2007)

En Panamá no existe actualmente un Programa de Control Biológico para especies de *Anastrepha* y el conocimiento previo sobre las relaciones tróficas Parasitoide – *Anastrepha* – Fruto se limita a ocho especies de parasitoides actuando sobre ocho especies de *Anastrepha* en igual numero de especies frutales *Doryctobracon areolatus* y *Doryctobracon zeteki* son los parasitoides con el mayor numero de especies de *Anastrepha* asociadas (Tapia 1989 Navarro 1996 Esquivel 2000 Medianero *et al* 2006)

Otro aspecto de crucial importancia es el relacionado con los periodos de empupamiento de las diferentes especies de *Anastrepha* son escasos los datos al respecto que se recogen en la literatura de hasta dónde ese entierra las

diferencias especies (ver (Hennessey 1997 Hodgson *et al* 1998 Rull 2008)  
 Por lo que se hace necesario generar información fiable al respecto con la  
 intención de identificar tanto potenciales enemigos naturales como periodo de  
 susceptibilidad en el ciclo de vida de estas plagas

En consecuencia y considerando que gran parte de la fauna de Norte y Sur  
 América convergen en nuestro país existiendo así áreas en la que convive una  
 elevada diversidad de organismos entre ellos especies de *Anastrepha* y sus  
 enemigos naturales La hipótesis de este estudio es que la fauna de parasitoides  
 de *Anastrepha* en Panamá involucra un mayor numero de especies de  
 Hymenoptera parasítica que las reportadas a la fecha

Esta investigación tuvo por objetivos generales reconocer los parasitoides  
 asociados a cinco especies del género *Anastrepha* (Diptera Tephritidae) Así  
 como aportar conocimientos sobre la profundidad de empupamiento de algunas  
 especies de este género en Panamá Para este fin se plantearon los siguientes  
 objetivos específicos 1) identificar los parasitoides que actúan sobre las  
 especies *Anastrepha obliqua* *A. strnata* *A. ludens* y *A. distincta* y su porcentaje  
 de parasitoidismo asociado 2) reconocer relaciones tróficas Parasitoide–  
*Anastrepha*–Fruto 3) determinar el porcentaje intensidad y nivel de infestación  
 de especies de *Anastrepha* en frutos nativos e introducidos 4) examinar la  
 relación entre estas especies de mosca y el peso del fruto Secundariamente la  
 investigación pretende determinar la profundidad a la que se entierran para  
 empupar *Anastrepha obliqua* *A. strnata* *A. ludens* *A. distincta* y *A. tumida*

**CAPITULO II.**  
**REVISIÓN DE LITERATURA**

## REVISION DE LITERATURA

### 1 El género *Anastrepha*

#### 1.1 Origen y distribución

*Anastrepha* Schiner (Diptera Tephritidae) es el género más grande de Tephritidae en América con más de 276 especies actualmente reconocidas (Norrbon 2012) y probablemente otras más aun por describir (Korytkowski 2009) Las especies de *Anastrepha* son endémicas de América estando restringidas a ambientes tropicales y subtropicales Su distribución se extiende desde el sur de Estados Unidos hasta el norte de Argentina incluyendo la mayoría de las islas del Caribe (Aluja 1994)

Se ha demostrado mediante estudios inmunológicos y morfológicos que existe una estrecha relación filogenética entre los géneros de Tephritidae *Anastrepha* y *Toxotrypana* (Norrbon *et al* 1999) Korytkowski (2009) hace una revisión de estudios que dan sustento a la hipótesis de que ambos géneros podrían tener como centro de origen la cuenca del Río de La Plata basándose en las especies descritas en el área y en la distribución restringida de algunas especies más primitivas del género *Anastrepha*

En Panamá no existe un registro oficial del numero de especies del género *Anastrepha* basado en 30 años de muestreos en diferentes zonas del país

particularmente en Cerro Jefe y Altos de Pacora (Provincia de Panamá)  
(Korytkowski C com pers )

## 1 2 Importancia económica

Las moscas de las frutas representan uno de los principales problemas entomológicos en la fruticultura de Panamá y del resto de la Región Neotropical y subtropical del mundo tanto en términos de producción (incremento del costo de producción) como en la comercialización retrasando el desarrollo de la fruticultura al restringirse los mercados para la exportación Debido al daño causado por las especies plagas de *Anastrepha* los Organismos Normativos de Protección Fitosanitaria (ONPF) de varios países y regiones importadores de frutas tropicales (ej Estados Unidos – USDA APHIS Chile – SAG Unión Europea – EPPO etc ) mantienen medidas cuarentenarias estrictas a fin de limitar el riesgo de introducción de estas especies consideradas plagas (Aluja 1994 Norrbom *et al* 1998)

Entre las especies descritas de *Anastrepha* destacan siete especies por su importancia económica *A fraterculus* (plaga en guayaba) *A grandis* (plaga en ciertas cucurbitáceas cultivadas) *A ludens* (plaga en cítricos y mango) *A obliqua* (plaga en mango y jobo) *A serpentina* (plaga en diversas Sapotaceae) *A stnata* (plaga en guayaba) y *A suspensa* (plaga en cítricos y guayaba) El estatus de plaga varía de país en país Dentro de un país ciertas especies atacan algunos cultivos con severidad variable de acuerdo a la época del año y a las condiciones ambientales del lugar Otras especies son plagas de un frutal

dependiendo de las condiciones ecológicas del lugar (Hernandez Ortiz y Aluja 1993 Aluja 1994)

Los impactos económicos de las especies de *Anastrepha* como plagas limitantes de la producción y del intercambio comercial hacen necesario ampliar el conocimiento sobre la biología y hábitos de las especies de este género

### 1.3 Distribución geográfica de las especies de evaluadas en el estudio

#### 1.3.1 *Anastrepha obliqua* Macquart

Esta especie está ampliamente distribuida en México, Centroamérica, Suramérica e Islas del Caribe (Figura 1) (CABI 2013)



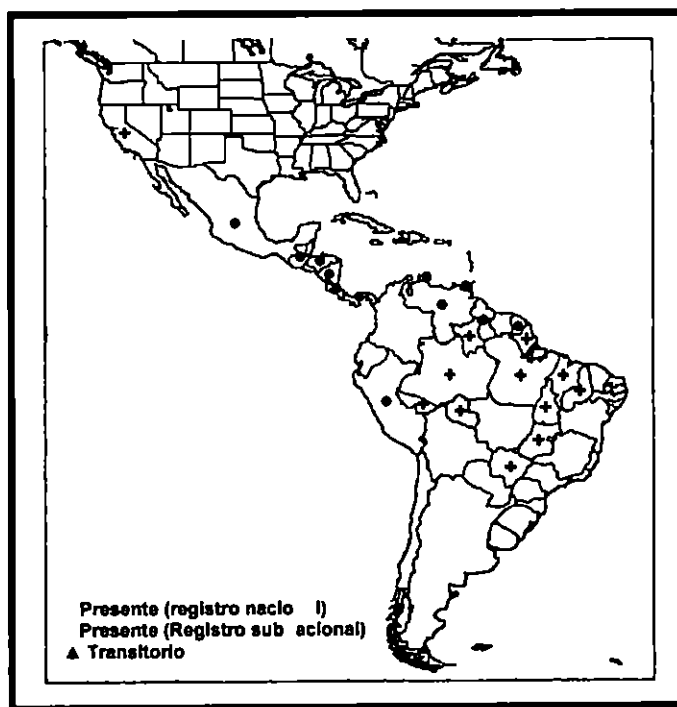
**Figura 1** Distribución de *Anastrepha obliqua* en América (EPPO 2013)



Los frutos de las *Spondias* spp (Anacardiaceae) han sido reconocidos como los principales hospederos nativos de *A. obliqua* no obstante son los mangos (*Mangifera indica*) sus hospederos de importancia económica. Los cítricos (*Citrus*) y las guayabas (*Psidium guajava*) son reportados como hospederos ocasionales (Hernández Ortiz 1992)

### 1.3.2 *Anastrepha striata* Schiner

Es una de las especies más comunes y plaga importante de moscas de la fruta en el trópico y subtrópico americano (desde México hasta el sur de Bolivia y Brasil) (Weems 1982, Norrbom 2003d) (Figura 2)



**Figura 2** Distribución de *Anastrepha striata* en América (EPPO 2013)

*A. strata* es una plaga de varias especies cultivadas de la familia Myrtaceae especialmente la guayaba (*Pisidium guajava*) aunque también ha sido reportada en frutos de mango, naranja y jobo (Norrbon 2003)

### 1.3.3 *Anastrepha ludens* Loew

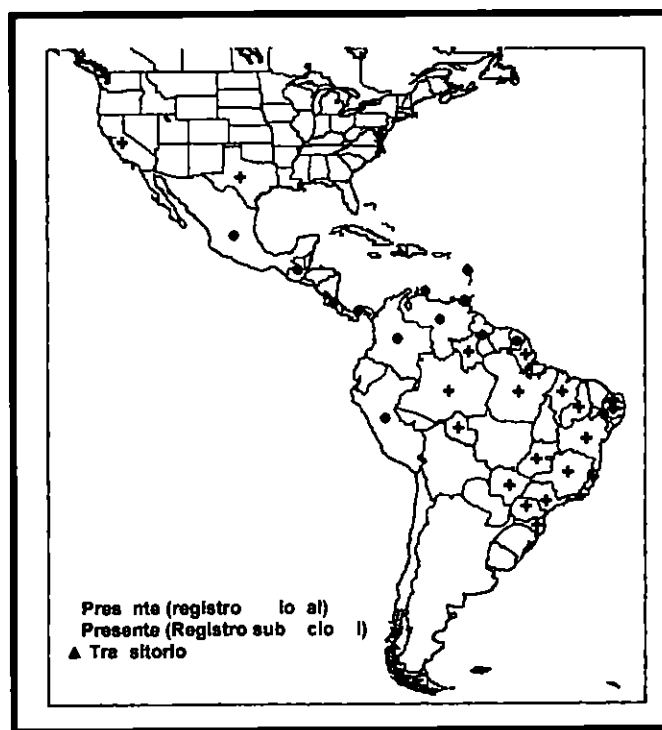
La mosca Mexicana de la fruta es una plaga muy seria en varias especies frutales especialmente en cítricos y mango (Stick 1998, Norrbom 2003b). *Sargentia greggii* (Rutaceae) es el hospedero nativo de *A. ludens* reportado en el noreste de México (Hernández Ortiz 1992). Ha sido reportada solamente en México, Centroamérica y Panamá (CABI 2013) (Figura 3).



**Figura 3** Distribución de *Anastrepha ludens* en América (EPPO 2013)

#### 1 3 4 *Anastrepha serpentina* Wiedemann

*Anastrepha serpentina* es una plaga de varias especies cultivadas de la familia Sapotaceae especialmente de *Chrysophyllum cainito* *Manilkara zapota* *Pouteria cainito* y *Capparis angulata*. Ocasionalmente puede afectar otros hospederos. Esta especie está ampliamente distribuida en los trópicos de América, siendo reportada desde el norte de México hasta Perú y norte de Argentina, y solamente en las islas caribeñas de Trinidad y Tobago y Curazao. Se han dado capturas esporádicas en Texas (EUA) (Norborn 2003c, CABI 2013) (Figura 4).



**Figura 4** Distribución de *Anastrepha serpentina* en América (EPPO 2013, Loza Murguía et al. 2011)

### **1 3 5 *Anastrepha distincta* Greene**

*A. distincta* está distribuida ampliamente en el Continente Americano (desde el sur de Texas Estados Unidos hasta el sur de Peru y Brasil) (Norborn 2003a) Esto debido principalmente a que también es extensa la distribución del género *Inga* su unico hospedero (Hernández Ortiz 1992)

### **1 4 Estudios sobre infestación**

Las moscas de las frutas pueden ser detectadas empleando dos metodologías obtención de larvas mediante el muestreo de frutas afectadas y la captura de adultos con el uso de trampas (Insuasty *et al* 2007) El muestreo de frutos permite conocer el daño directo que la plaga está ocasionando es un indicador de la densidad actual de adultos o indicar un futuro nivel poblacional de adultos conocer la estructura de edades de estados inmaduros pero lo principal es que establece los hospederos reales de las especies presentes en los frutos información que no se obtiene con las trampas (IICA y PNMF 2010) Estos conocimientos son utiles para la toma de decisiones y el diseño de un Programa de Manejo Integrado eficiente y económico

Chaverri (2000) al evaluar en campo y laboratorio concluyo que existe una correlación positiva entre la cantidad de larvas por fruto con el numero de adultos de *A. striata* capturados 9 a 12 semanas después

La estimación de daños por *Anastrepha* puede ser determinada mediante el Índice o Porcentaje de Infestación (No de frutos con larvas / total de frutos observados X 100) (Nuñez Bueno *et al* 2004a) La relación Numero de pupas

vs Kilogramo de fruta es conocida como Intensidad de Infestación (Insuasty *et al* 2007) o Nivel de Infestación (Ovruski *et al* 2003 Aluja *et al* 2003) Este valor puede ser útil para conocer un futuro nivel poblacional de adultos

Carballo (1998) y Nuñez Bueno *et al* (2004a) concluyeron por separado que el valor del nivel de infestación es inversamente proporcional a la abundancia de frutas con condiciones de madurez apropiadas para ser aceptadas como sitio para oviposición es decir que la mayor intensidad de infestación de los frutos se da cuando la producción por árbol es menor y viceversa Carballo (1998) concluye que el parasitoidismo de *Doryctobracon areolatus* asociado *A. stnata* es mayor cuando la producción de frutos por árbol es mayor y el nivel de infestación es menor

Un análisis de correlación entre el peso promedio de los frutos y el nivel de infestación (larvas/kg fruto) fue significativo ( $r = 0.695$   $P < 0.005$ ) lo que indicó que a medida que el peso del fruto incrementa en diferentes especies de frutos el nivel de infestación disminuye (Hernández Ortiz *et al* 2006) Soto Manitiu *et al* (1997) encontraron que los frutos pequeños como el jobo (*Spondias* spp) ofrecen rendimientos más altos en larvas de *A. obliqua* comparado a lo obtenido de frutos de mango (*Mangifera indica*) Resultados similares han sido obtenidos por Hernández Ortiz *et al* (2006) (Cuadro 1) y Marsaro Junior *et al* (2011) (Cuadro 2)

**Cuadro 1** Niveles de infestación de especies de *Anastrepha* en Yucatán México (Hernández Ortiz *et al* 2006)

HOSPEDERO	NIVEL DE INFESTACIÓN (No Larvas / Kg fruto)	HOSPEDERO	NIVEL DE INFESTACIÓN (No Larvas / Kg fruto)
<i>Psidium guajava</i>	103 2	<i>Mangifera indica</i>	15 9 to 0 3
<i>Spondias pupurea</i>	83 3 to 44	<i>Manilkara zapota</i>	15 7
<i>Chrysophyllum cainito</i>	40 4	<i>Citrus sinensis</i>	4 2
<i>Pouteria sapota</i>	29 6	<i>Citrus paradisi</i>	3 1
<i>Citrus aurantium</i>	22 5		

En guayaba de Colombia se ha reportado el complejo *Anastrepha striata* – *Anastrepha fraterculus* con niveles de infestación que van de 153 3 a 214 9 larvas / kg de fruto (Nuñez Bueno *et al* (2004a)

En Panamá se reporta para *Anastrepha distincta* 45% de infestación y hasta nueve larvas por fruto en *Inga edulis* mientras que 12% de infestación y hasta tres larvas por fruto en *Inga oerstediana* de Cerro Azul – Altos de Pacora (Cornejo Remice 2004) Esquivel (2000) reporta a *Anastrepha serpentina* en frutos de *Pouteria buenaventurensis* (Sapotaceae) con valores de 45 a 79% infestación y hasta 23 larvas por fruto



**Cuadro 2** Niveles de infestación de especies de *Anastrepha* en Roraima Brasil  
(Marsano Junior *et al* 2011)

MUNICIPIOS	HOSPEDERO	NIVEL DE INFESTACIÓN (No Larvas/ kg fruto)	<i>Anastrepha</i>
Boa Vista	<i>Spondias</i> sp	214 3	<i>obliqua</i>
Roraima	<i>Spondias purpurea</i> L	136 2	<i>obliqua</i>
	<i>Psidium guajava</i> L	87 6	<i>stnata obliqua zenildae</i>
	<i>Psidium guineense</i> Sw	119 1	<i>stnata</i>
Pacaraima	<i>Spondias mombin</i> L	135 1	<i>obliqua antunesi</i>
Roraima	<i>Psidium</i> sp	67 2	<i>stnata</i>
	<i>Psidium guajava</i> L	42 3	<i>stnata</i>
	<i>Psidium acutangulum</i>	25 1	<i>stnata obliqua</i>
	<i>Inga edulis</i>	36 4	<i>distincta</i>
Bonfim	<i>Spondias purpurea</i> L	345 2	<i>obliqua</i>
Roraima	<i>Spondias mombin</i> L	120 9	<i>obliqua</i>
	<i>Psidium</i> sp	153 8	<i>stnata</i>
	<i>Psidium guajava</i> L	118 7	<i>stnata</i>
	<i>Inga edulis</i>	2 0	<i>distincta</i>
Normandia	<i>Spondias mombin</i> L	140 0	<i>obliqua</i>
Roraima	<i>Spondias purpurea</i> L	64 7	<i>obliqua</i>
	<i>Psidium guajava</i> L	27 3	<i>stnata</i>
	<i>Inga edulis</i>	8 8	<i>distincta</i>
Cantá	<i>Spondias mombin</i> L	210 2	<i>obliqua stnata</i>
Roraima	<i>Spondias purpurea</i> L	291 2	<i>obliqua</i>
	<i>Psidium</i> sp	20 0	<i>stnata</i>
	<i>Psidium guajava</i> L	71 9	<i>stnata</i>
	<i>Inga edulis</i>	1 3	<i>distincta</i>

## 2 Parasitoides asociados a especies de *Anastrepha* en el Neotrópico

El interés por el uso de Hymenoptera parasítica como parte del manejo y control de Tephritidae considerados plagas data del año 1900 (Wharton y Yoder 2005) En varios países de la región Neotropical se ha buscado conocer los parasitoides nativos de *Anastrepha* y las relaciones que mantienen con este género considerando los hospederos de las moscas y las condiciones ambientales de cada región (Cuadro 3)

**Cuadro 3** Listado de parasitoides Hymenoptera asociados a especies de *Anastrepha* en el Neotrópico

PAÍS	FAMILIA	PARASITOIDE	<i>Anastrepha</i>
México (López <i>et al</i> 1999 Sivinski <i>et al</i> 2000 Aluja <i>et al</i> 2003 Hernández Ortiz <i>et al</i> 2006 Aluja <i>et al</i> 2008 Mena Correa <i>et al</i> 2008 Ruiz <i>et al</i> 2011)	Braconidae	<i>Doryctobracon areolatus</i> (Szépligeti)	<i>stnata fraterculus</i>
			<i>serpentina obliqua</i>
			<i>ludens alveata</i>
			<i>bahiensis distincta</i>
		<i>Doryctobracon crawfordi</i> (Viereck)	<i>fraterculus ludens</i>
			<i>zuelaniae obliqua</i>
			<i>stnata distincta</i>
		<i>Doryctobracon zeteki</i> (Muesebeck)	<i>cordata</i>
		<i>Opius hirtus</i> Fischer	<i>alveata cordata</i>
			<i>zuelaniae distincta</i>
		<i>Opius bellus</i> (Gahan)	<i>stnata/fraterculus</i>
		<i>Utetes sp</i>	<i>distincta</i>
		<i>Utetes anastrephae</i> (Viereck)	<i>stnata fraterculus</i>
			<i>obliqua serpentina</i>
			<i>alveata</i>
	Figitidae	<i>Aganaspis pelleranoi</i> (Brèthes)	<i>stnata fraterculus</i>
			<i>serpentina ludens</i>
			<i>obliqua</i>
		<i>Odontosema anastrephae</i> (Borgmeier)	<i>stnata fraterculus</i>
			<i>ludens obliqua</i>
			<i>serpentina distincta</i>
		<i>Odontosema sp</i>	<i>ludens</i>
			<i>stnata/fraterculus</i>

	Pteromalidae	<i>Spalangia endius</i> (Walker)	<i>ludens obliqua</i> <i>stnata/fraterculus</i>
	Diapriidae	<i>Coptera haywardi</i> (Oglobin)	<i>stnata fraterculus</i> <i>obliqua serpentina</i> <i>ludens</i>
	Eurytomidae	<i>Eurytoma sivinskii</i> (Gates & Gnsell)	<i>obliqua</i>
		<i>Sycophila</i> sp	<i>obliqua</i>
	Penlampidae	<i>Eupenlampus</i> sp	<i>obliqua serpentina</i>
	Eulophidae	<i>Aceratoneuromyia indica</i> (Silvestri)	<i>stnata fraterculus</i> <i>distincta</i>
	Chalcididae	<i>Dirhinus</i> sp	<i>obliqua serpentina</i>
Costa Rica Jiron y Mexzon (1989)	Braconidae	<i>Doryctobracon areolatus</i> (Szépligeti)	<i>obliqua stnata distincta</i>
		<i>Biosteres longicaudatus</i> (Ashmead)	<i>serpentina</i>
	Eulophidae	<i>Aceratoneuromyia indica</i> (Silvestri)	<i>stnata obliqua</i>
	Diapriidae	<i>Tnchopna</i> sp	<i>stnata</i>
Panamá (Tapia 1989 Medianero <i>et al</i> 2006 Esquivel H 2000)	Braconidae	<i>Doryctobracon zeteki</i> (Muesebeck)	<i>serpentina stnata</i> <i>anomala</i>
		<i>Doryctobracon crawfordi</i> (Viereck)	<i>serpentina distincta</i> <i>anomala</i>
		<i>Doryctobracon areolatus</i> (Szépligeti)	<i>stnata distincta obliqua</i>
		<i>Doryctobracon capsicola</i> Muesebeck	<i>serpentina anomala</i>
		<i>Doryctobracon aunpennis</i> Muesebeck	<i>serpentina</i>
		<i>Doryctobracon tnnidadensis</i> (Gahan)	<i>serpentina</i>
		<i>Opius bellus</i> (Gahan)	<i>anomala</i>
Colombia (Yepes y Velez 1989 Carrejo y González 1999 Núñez Bueno <i>et al</i> 2004b)	Braconidae	<i>Doryctobracon crawfordi</i> (Viereck)	<i>stnata fraterculus</i> <i>omata</i>
		<i>Doryctobracon zeteki</i> (Muesebeck)	<i>stnata leptozona</i> <i>nunezae serpentina</i>
		<i>Doryctobracon areolatus</i> (Szépligeti)	<i>stnata leptozona</i> <i>obliqua omata</i> <i>fraterculus</i>
		<i>Opius</i> sp	<i>leptozona</i>
		<i>Opius anastrephae</i> (Viereck)	<i>fraterculus</i>
		<i>Asobara anastrephae</i> (Muesebeck)	<i>sp</i>

		<i>Utetes anastrephae</i> (Viereck)	<i>obliqua fraterculus</i>
		<i>Phaenocarpa</i> sp	<i>coronilli pickeli</i>
		<i>Microcrasis</i> sp	<i>distincta</i>
	Figitidae	<i>Aganaspis pelleranoi</i> (Brèthes)	<i>stnata fraterculus</i>
		<i>Odontosema anastrephae</i> Borgmeier	<i>obliqua</i>
			<i>striata fraterculus</i>
Venezuela	Braconidae	<i>Doryctobracon areolatus</i> (Szepligeti)	<i>serpentina obliqua</i>
(Katiyar <i>et al</i> 1995		<i>Doryctobracon crawfordi</i> (Viereck)	<i>fraterculus stnata</i>
García y Montilla		<i>Doryctobracon zeteki</i> (Muesebeck)	<i>fraterculus stnata</i>
2001)			<i>stnata</i>
		<i>Doryctobracon</i> sp	<i>pickeli stnata obliqua</i>
		<i>Opius anastrephae</i> (Viereck)	<i>fraterculus obliqua</i>
		<i>Opius bellus</i> (Gahan)	<i>serpentina obliqua</i>
		<i>Opius</i> sp 1	<i>obliqua</i>
		<i>Opius</i> sp 2	<i>obliqua</i>
		<i>Idiasta</i> sp	<i>stnata fraterculus</i>
	Eulophidae	<i>Aceratoneuromyia indica</i> (Silvestri)	<i>serpentina</i>
	Diapriidae	<i>Coptera haywardi</i> Loíacono	<i>serpentina stnata</i>
	Figitidae	<i>Aganaspis pelleranoi</i> (Bethes)	<i>obliqua fraterculus</i>
			<i>distincta stnata</i>
Ecuador	Braconidae	<i>Doryctobracon crawfordi</i> (Viereck)	<i>fraterculus distincta</i>
(Tigrero 2007)		<i>Doryctobracon areolatus</i> (Szepligeti)	<i>obliqua stnata</i>
		<i>Utetes anastrephae</i> (Viereck)	<i>obliqua</i>
	Figitidae	<i>Aganaspis pelleranoi</i> (Bethes)	<i>fraterculus</i>
	Diapriidae	<i>Coptera haywardi</i> (Ogloblin)	<i>stnata fraterculus</i>
Brasil	Braconidae	<i>Doryctobracon areolatus</i> (Szépligeti)	<i>stnata fraterculus</i>
(Canal <i>et al</i> 1995			<i>obliqua serpentina</i>
Guimarães <i>et al</i>			<i>distincta leptozona</i>
1999 Aguiar			<i>sororcula fractura</i>
Menezes <i>et al</i>			<i>bahiensis zenidae</i>
2001 García y		<i>Doryctobracon brasiliensis</i> (Szépligeti)	<i>fraterculus</i>
Corseuil 2004		<i>Doryctobracon crawfordi</i> (Viereck)	<i>atrigona</i>

Costas <i>et al</i> 2009 Zucchi <i>et al</i> 2011 Marsaro Junior <i>et al</i> 2011)		<i>Utetes anastrephae</i> (Viereck)	<i>fraterculus obliqua</i>
			<i>sororcula bahiensis</i>
			<i>manihoti</i>
		<i>Opius</i> sp	<i>obliqua leptozona</i>
			<i>distincta fraterculus</i>
		<i>Opius bellus</i> (Gahan)	<i>fraterculus sororcula</i>
			<i>obliqua</i>
		<i>Asobara anastrephae</i> Muesebeck	<i>obliqua bahiensis</i>
	Figitidae	<i>Aganaspis pelleranoi</i> (Brèthes)	<i>bahiensis fraterculus</i>
			<i>obliqua sororcula</i>
			<i>fractura strata amita</i>
			<i>obliqua fraterculus</i>
		<i>Aganaspis nordlandi</i>	<i>fractura strata</i>
			<i>bahiensis</i>
		<i>Dicerataspis flavipes</i> (Kieffer)	<i>amita</i> sp
		<i>Odontosema anastrephae</i> (Borgmeier)	<i>fraterculus</i> sp
		<i>Lopheucoila anastrephae</i>	<i>pseudoparallela amita</i>
			<i>fraterculus</i>
	Diapnidae	<i>Tnchopna anastrephae</i> (Lima)	<i>fraterculus</i>
	Pteromalidae	Especie no identificada	<i>fraterculus</i>
Argentina (Ovruski 2005)	Braconidae	<i>Doryctobracon areolatus</i> (Szepliget)	<i>fraterculus</i>
		<i>Doryctobracon brasiliensis</i> (Szépliget)	<i>fraterculus</i>
		<i>Utetes anastrephae</i> (Viereck)	<i>fraterculus</i>
		<i>Opius bellus</i> (Gahan)	<i>fraterculus</i>
	Figitidae	<i>Aganaspis pelleranoi</i> (Brèthes)	<i>fraterculus</i>

La disponibilidad de larvas de moscas de las frutas para los parasitoides es afectada desde un inicio por la oviposición de las hembras de mosca de la fruta. El número de huevos ovipositados en cada acto es regulado por la hembra de *Anastrepha* en función del grado de madurez de la fruta hospedera. Esto ha sido demostrado en *A. ludens* cuya hembra deposita un menor número de huevos pero con mayores probabilidades de supervivencia en frutos maduros. En frutos

no maduros la hembra oviposita un mayor numero de huevos para compensar la menor probabilidad de supervivencia que han demostrado tener bajo esa condición (Díaz Fleischer y Aluja 2003) El numero de larvas en un fruto podría influir en la probabilidad de que la larva sea descubierta por un parasitoides o de que al menos una larva sea alcanzada y atacada Altas densidades de larvas por fruto pueden forzar a la larva a estar más cerca de la superficie siendo entonces más vulnerable a los parasitoides (Sivinski *et al* 1997)

La distribución de insectos parasitoides esta afectada por factores bióticos y abióticos incluyendo la temperatura humedad abundancia de hospederos y la presencia de competidores (Sivinski *et al* 2000)

Algunas especies de plantas hospederas nativas y silvestres de *Anastrepha* facilitan notablemente más la multiplicación de los parasitoides que aquellas cultivadas Estas plantas juegan un rol importante al ser reservorios de parasitoides de moscas de la fruta siendo además una herramienta para el diseño de estrategias de control biológico dentro de los programas de manejo integrado de moscas de la fruta (López *et al* 1999 Aguiar Menezes *et al* 2001)

La actividad humana puede tener un efecto directo en la presencia/ausencia de parasitoides de moscas de la fruta Un hábitat muy perturbado por la actividad agrícola puede afectar significativamente la abundancia relativa de ciertos parasitoides como es el caso de *Odontosoma anastrephae* (Sivinski *et al* 2000)

Evaluaciones realizadas por Hernández Ortiz *et al* (2006) mostraron que no existe una correlación significativa entre el peso promedio de los frutos y el porcentaje de parasitoidismo ( $r = 0.090$   $P = 0.758$ ) y que no existe correlación entre el índice de infestación y el porcentaje de parasitoidismo entre las muestras ( $r = 0.270$   $P = 0.350$ ). Sin embargo, López *et al* (1999) demostraron en estudios previos que si existía una correlación negativa entre el tamaño del fruto y el porcentaje de parasitoidismo y que las moscas de las frutas son capaces de escapar del parasitoidismo si infestan frutos grandes y exóticos (López *et al* 1999). Tigrero (2007) concluyó que el parasitismo depende de lo expuestas que se hallan las larvas a la acción de los parasitoides; si bien en frutos pequeños su exposición puede ser mayor, depende también del tamaño de la semilla. Sus resultados mostraron que el factor más importante es el grosor de la pulpa predominando sobre el peso del fruto y tamaño de la semilla.

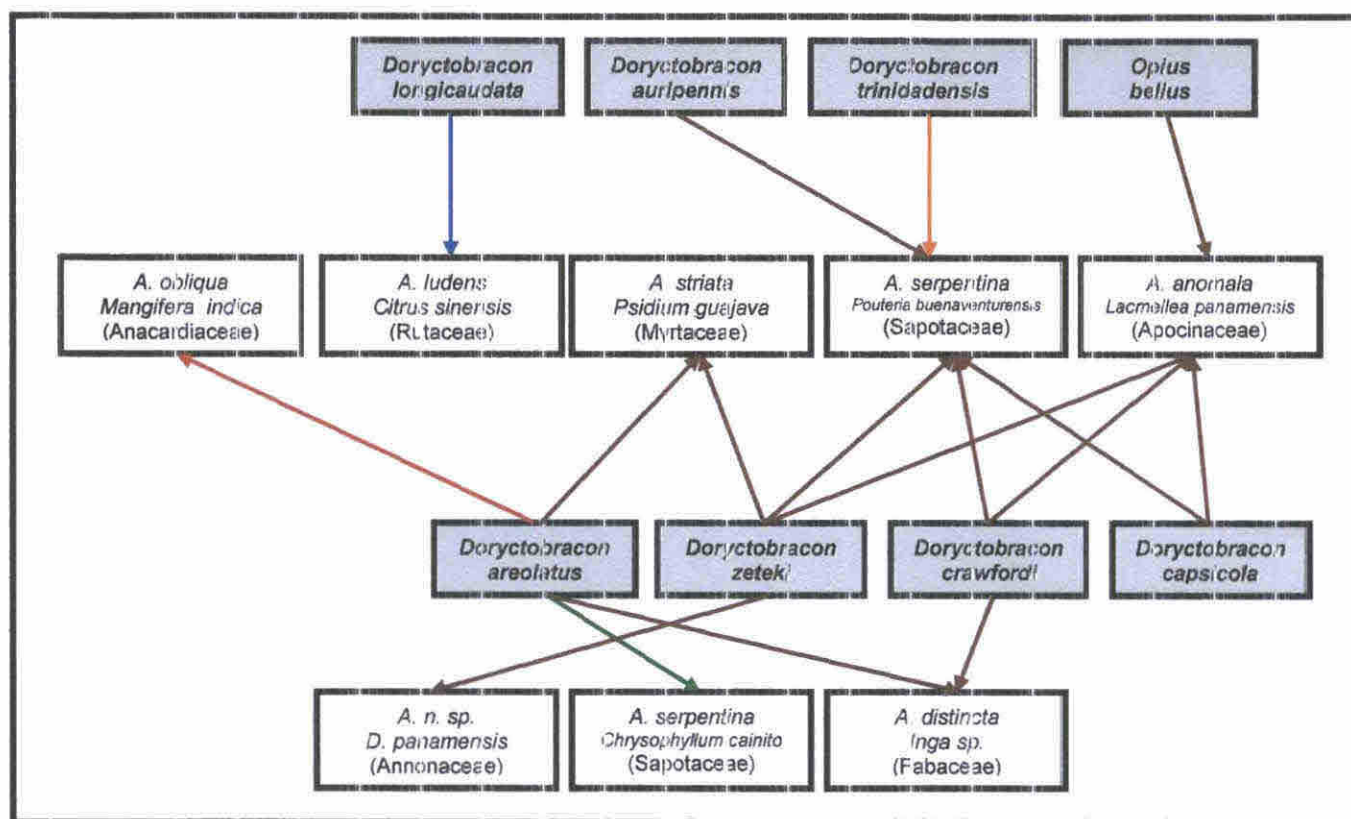
La relación entre la longitud del ovipositor y el tamaño del fruto es un factor determinante en la preferencia de oviposición del parasitoide. El ovipositor de *Utetes anastrephae* (Viereck) es notablemente más corto que en *Doryctobracon areolatus* y *Diachasmimorpha longicaudata*. Esto puede ser la causa de que *U. anastrephae* no haya sido encontrado parasitando larvas de *Anastrepha suspensa* en frutos de guayaba como si lo hicieron *D. areolatus* y *D. longicaudata* (Sivinski *et al* 1999).

Para ubicar las larvas de mosca de la fruta dentro de los frutos, los parasitoides se orientan mediante señales o pistas. La principal señal provocada por una larva hospedera de moscas de la fruta es la vibración o el sonido.

producido por esta al alimentarse o desplazarse dentro del sustrato. La señal del sustrato hospedero son probablemente los químicos volátiles derivados de la fermentación del medio y /o de la excreción de las larvas que se alimentan. Estudios sobre *Diachasmimorpha tryoni* (Cameron) y su congénere *D. longicaudata* sobre *Ceratitis capitata* indicaron que las pistas químicas del sustrato (fruta) fermentado son tan importantes como las vibraciones de la larva hospedera (Duan y Messing 2000). *Diachasmimorpha longicaudata* puede usar señales químicas emitidas en parte por el hongo que crece en frutas infestadas (Eben *et al* 2000). Las hembras de *Aganaspis pelleranoi* (Brèthe) al caminar por la superficie del fruto pueden detectar larvas de mosca mediante vibrotaxis (Guimarães y Zucchi 2004). *Odontosema anastrephae* es casi siempre encontrado parasitando larvas en frutos caídos que raramente están intactos (Aluja *et al* 2009).

La comprensión de las relaciones tróficas de las moscas de las frutas del género *Anastrepha* es crítica para desarrollar estrategias de manejo (Sarmiento *et al* 2012). Estudios en Panamá evidencian las relaciones tróficas entre parasitoide – *Anastrepha* – fruto hospedero (Figura 5).





**Figura 5.** Compendio de relaciones tróficas entre parasitoides -- *Anastrepha* -- fruto hospedero en Panamá. Tapia, G. (1989) —; Navarro, A. (1996) —; Esquivel, H. (2000) —; Medianero et al. (2006) —; Campo (com. Pers.) —.

### 3 Plantas hospederas de las especies estudiadas

*Spondias mombin* L (Anacardiaceae) comunmente llamado Jobo es un árbol forestal comun y de tamaño mediano que crece a través del Neotrópico (Figura 6) Es utilizado comunmente como cerca viva siendo la madera blanda de poca importancia comercial y su fruta consumida por humanos y animales La fruta es una drupa carnosa de color amarillo de aproximadamente 2 a 2.5 cm de grueso y de 3 a 4 cm de largo y que contiene una semilla de cerca de 2.5 cm de largo con semillas multiples (Francis 1992) Es una fruta originaria de la América Tropical hospedera de *Anastrepha obliqua*

*Mangifera indica* L (Anacardiaceae) conocido como Mango es considerada una de las frutas tropicales más populares del mundo y que tiene un gran potencial para el mercado internacional ubicandose en Centroamérica el 13% de la producción mundial (Evans 2008) Es una fruta hospedera de *Anastrepha obliqua* introducida al Neotrópico siendo Asia (India) su centro de origen

La Guayaba (*Psidium guajava* L (Myrtaceae)) es una fruta muy popular en Panamá por su alto contenido nutricional y su sabor Es reportada como hospedera de *Anastrepha striata* Puede ser consumida como fruta fresca en forma de jaleas mermeladas y jugos (IMA 2004) Es una fruta originaria de la América Tropical Se ha incrementado en Panamá la superficie sembrada de variedades taiwanesas de guayaba en los últimos años

La Naranja dulce (*Citrus sinensis* (Rutaceae)) es hospedera de *Anastrepha ludens* Es originaria de Asia (Sur de China Noreste de India Sureste de Asia) Se consume como fruto fresco En la agroindustria se utiliza para la preparación

de concentrado de jugo dulces confites refrescos y helados entre otros (IICA *et al* 2008)

La Guaba (*Inga* sp (Leguminosae)) por la variabilidad existente y por el alto numero de especies de ingas observados probablemente tenga como centro de distribución la región amazónica La fruta se utiliza como alimento consumiéndose al natural el arillo que rodea a la semilla La madera de ciertas especies se utiliza de manera limitada en la construcción de viviendas rurales Algunas especies son empleada como sombra para el café y el cacao con la ventaja de mantener la humedad en la capa superficial del suelo (IMA 2004) Esta especie es hospedera de *Anastrepha distincta*

En el Cuadro 4 se muestra información relacionada con el numero de árboles y superficie sembrada

**Cuadro 4** Numero de plantas y superficie sembrada en la Republica de Panamá de los cultivos sujetos a estudio (INEC 2012)

CULTIVO	No PLANTAS	SUPERFICIE (Ha)
<i>Mangifera indica</i>	583 657	349 49
<i>Psidium guajava</i> (Var Taiwanesas)	32 086	132 26
<i>Psidium guajava</i> (Variedades criollas)	79 422	Sin información
<i>Citrus sinensis</i> (injertado)	322 300	425 3

## **4 Aspectos biológicos de las especies estudiadas del género *Anastrepha***

### **4.1 Profundidad de pupación**

El conocimiento de los parámetros del estado de pupa para las especies plagas de *Anastrepha* tales como la profundidad de empupamiento puede ser importante para el desarrollo de técnicas de Manejo Integrado

Soto Manitiu *et al* (1997) observaron que la fase más débil del ciclo de vida de *A. obliqua* parece ser el período de 20 minutos durante el cual las larvas de último estadio abandonan los frutos caídos y reptan unos pocos centímetros sobre el suelo en búsqueda de un sitio adecuado de pupación. A pesar de que existe una tendencia en las larvas maduras por reptar unas cuantas pulgadas alrededor de la fruta hospedante, existe un porcentaje no determinado que prefiere enterrarse o penetrar en el suelo directamente debajo de la fruta.

Han sido pocas las evaluaciones de la profundidad de pupación de especies de *Anastrepha*. Los estudios en otras especies de Tephritidae han sido orientados a evaluar el efecto que puede tener en la mortalidad de pupas el tipo de suelo y los niveles de humedad (Hulthen y Clarke 2006, Hou *et al* 2006).

Según Da Silva (2008) la profundidad en la que empupan las larvas de las moscas de la fruta pueden variar dependiendo de las condiciones físicas del suelo (principalmente la temperatura, humedad y textura).

La importancia del tipo de sustrato (tierra o arena) para la pupación es grande. Soto Manitiu *et al* (1997) encontraron en laboratorio que cuatro lotes de 20 pupas cada uno lograron un porcentaje de emergencia de 59% cuando se utilizó un sustrato de arena y sólo un 10% cuando este sustrato no se utilizó. Un

porcentaje aunque minoritario prefiere no abandonar la fruta y pupar dentro de los tejidos deteriorados y deshidratados de la misma. Es posible que en condiciones de campo estos dos recursos sean una alternativa de la especie para evitar la acción de los depredadores.

Por lo general las larvas de varias especies de *Anastrepha* salen del fruto y buscan adecuados sitios para enterrarse en el suelo usualmente a 2.5 cm de profundidad y empupar (Rull 2008).

Montoya *et al* (2008) encontraron la mayoría de las pupas de *A. obliqua* y *A. ludens* enterradas entre uno y dos centímetros de profundidad bajo condiciones de campo. Mientras que Hennessey (1997) observó en campo a *Anastrepha suspensa* enterrándose para empupar a una profundidad entre 0 a 2.7 cm luego de haber salido de los frutos de *Psidium guajava*. Sin embargo en ambos estudios no se menciona el tipo de textura del suelo donde se enterraron las larvas.

Hodgson *et al* (1998) si hacen una relación entre la textura del suelo y la profundidad de pupación de *A. obliqua*. En suelos franco arenosos bajo árboles de *Spondias purpurea* lograron recuperar 45 pupas a profundidades de hasta 2 cm, 35 pupas entre 2–5 cm y solo una pupa a una profundidad superior a los 5 cm. En suelos franco arcillosos de sitios con *Psidium guajava* no observaron pupas a profundidades mayores de 2 cm y solo una pupa en la superficie. Aclaran que el suelo franco arenoso presentó la menor compactación, mientras que la mayor compactación se dio en el suelo franco arcilloso, el cual contenía una gran proporción de materia orgánica.

En Panamá Medianero *et al* (datos no publicados) evaluaron la profundidad de pupación de tres especies de *Anastrepha* (*obliqua* *strnata* *distincta*) La mayoría de las pupas fueron colectadas entre 0 y 7.5cm de profundidad Aunque una pupa de *A. distincta* fueron recuperada de 10cm de profundidad (Cuadro 5) En este estudio tampoco se hace mención de la procedencia ni del tipo de textura del suelo empleado en la prueba

**Cuadro 5** Profundidades de pupación de cuatro especies de *Anastrepha* (Medianero *et al* datos no publicados)

ESPECIE	PROFUNDIDAD (cm)			
	0 – 2.5	2.5 – 5.0	5.0 – 7.5	7.5 – 10.0
<i>A. obliqua</i>	23	08	10	
<i>A. strnata</i>		07		
<i>A. distincta</i>	23	34		05

**CAPITULO III.**  
**MATERIALES Y MÉTODOS**

## MATERIALES Y MÉTODOS

### 1. Generalidades

La recolecta de frutos determinada por la disponibilidad de estos, lo que a su vez obedeció a las etapas de fructificación de cada una de las especies vegetales con las que se trabajó (Cuadro 6). Se recolectaron frutos de especies nativas e introducidas de amplia distribución en el país.

**Cuadro 6.** Meses de recolecta de frutos durante los años 2011 y 2012 considerando las temporadas de cosecha de las especies frutales en estudio (<sup>a</sup> Pérez y Aguilar, 2004; <sup>b</sup> IMA, 2010)

PLANTA	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
<i>Spondias mombin</i> <sup>a</sup>						◆		⊕	◆⊕			
<i>Mangifera indica</i> <sup>b</sup>					◆	◆⊕	◆⊕					
<i>Psidium guajava</i> <sup>b</sup>			◆				◆		◆⊕		◆	
<i>Citrus sinensis</i> <sup>b</sup>			◆						◆⊕		◆	
<i>Inga sp.</i> <sup>b</sup>				◆⊕								

◆ Para pruebas de infestación y parasitoidismo    ⊕ Para pruebas de profundidad de pupación

■ Temporada alta de cosecha    ■ Temporada baja de cosecha    □ Temporada muy baja o nula

En el estudio se desarrollaron dos ensayos para alcanzar los objetivos propuestos:

- Para las pruebas de infestación y parasitoidismo se recolectaron frutos durante ocho meses (julio, septiembre y noviembre de 2011; marzo –



junio septiembre de 2012) en 22 localidades ubicadas en cinco provincias de la Republica de Panamá (Cuadro 7)

- b Las colectas para la prueba de profundidad se realizaron en seis localidades ubicadas en cinco provincias del país en un periodo de seis meses (julio y septiembre de 2011 abril junio agosto y septiembre de 2012) (Cuadro 8)

**Cuadro 7. Localización y características de las áreas de muestreo para las pruebas de infestación y parasitoidismo**

FRUTO	FECHA	PROVINCIA	LOCALIDAD	COORDENADAS GEOGRÁFICAS		ALTITUD (msnm)	TIPO DE ECOSISTEMA <sup>a</sup>	TEMP. $\bar{X}$ ANUAL (°C) <sup>c</sup>	PRECIPITACIÓN $\bar{X}$ ANUAL (mm) <sup>c</sup>
				NORTE	OESTE				
<i>Mangifera indica</i>	Julio 2011	Coclé	Río Hato	08°23'54"	80°04'49"	28	Agroecosistema <sup>a</sup>	27.8	110.0
	Mayo 2012	Panamá	Tocumen CEIAT	09°03'58"	79°23'32"	14	Ecosistema natural <sup>b</sup>	27.0	157.7
			La Mesa No.1	09°11'01"	79°16'27"	128	Ecosistema natural	26.8	213.0
			La Mesa No.2	09°11'12"	79°16'35"	127	Ecosistema natural	26.8	213.0
			San Miguel	9°14'14"	79°15'03"	164	Ecosistema natural	26.4	213.0
			Sorá	08°39'29"	79°57'51"	233	Ecosistema natural	23.5	187.5
<i>Spondias mombin</i>	Septiembre 2011	Coclé	Río Hato	08°24'00"	80°05'05"	21	Ecosistema natural	27.8	110.0
	Junio 2012	Panamá	San Miguel	09°14'10"	79°15'24"	187	Ecosistema natural	26.4	213.0
<i>Psidium guajava</i>	Noviembre 2011	Chiriquí	Bajo Mono (Boquete)	08°49'44"	82°28'37"	1550	Ecosistema natural	20.5	267.2
			El Callejón (Boquete)	08°48'03"	82°27'25"	1247	Ecosistema natural	20.5	267.2
	Marzo 2012	Panamá	Altos de Pacora	09°12'44"	79°22'41"	836	Ecosistema natural	25.0	275.3
			Tocumen CEIAT	09°03'47"	79°23'37"	15	Agroecosistema	27.0	157.7
			Utive	09°09'19"	79°19'33"	93	Ecosistema natural	26.8	213.0
			La Mesa	09°10'39"	79°15'29"	78	Ecosistema natural	26.8	213.0
			Quebrada Cali	09°04'52"	78°41'19"	105	Ecosistema natural	26.4	166.7
	Septiembre 2012	Veraguas	Santa Fé	08°30'54"	81°05'32"	568	Agroecosistema	24.6	184.7
<i>Citrus sinensis</i>	Noviembre 2011	Chiriquí	Bajo Mono (Boquete)	08°49'43"	82°28'28"	1531	Ecosistema natural	20.5	267.2
			Potrerrillos	08°39'20"	82°30'12"	759	Agroecosistema	23.1	375.0
	Septiembre 2011		Dolega	08°33'43"	82°24'04"	229	Agroecosistema	26.8	321.0
	Septiembre 2011	Panamá	Campana	08°41'46"	79°55'56"	592	Agroecosistema	25.8	158.3
	Marzo 2012		Quebrada Cali	09°04'32"	78°40'52"	86	Ecosistema natural	26.4	166.7
<i>Inga sp.</i>	Abril 2012	Herrera	Santa María	08°06'44"	80°39'52"	16	Ecosistema natural	27.5	135.9

<sup>a</sup> Ecosistema sometido por el hombre a continuas modificaciones de sus componentes bióticos y abiótico, para la producción agrícola.

<sup>b</sup> Ecosistema que se desarrollan en la naturaleza de manera espontánea o natural sin la intervención del ser humano

<sup>c</sup> Fuentes: ETESA, Panamá. [http://www.hidromet.com.pa/clima\\_historicos.php](http://www.hidromet.com.pa/clima_historicos.php); Atlas Nacional de la República de Panamá (2007).

**Cuadro 8** Localización y Características de las áreas de muestreo para la prueba profundidad

FRUTO	FECHA	PROVINCIA	LOCALIDAD	COORDENADAS GEOGRÁFICAS		ALTITUD (msnm)	TIPO DE ECOSISTEMA
				NORTE	OESTE		
<i>Mangifera indica</i>	Julio 2011	Coclé	Río Hato	08°23 54	80 04 49	28	Agroecosistema <sup>a</sup>
	Junio 2012	Panamá	Nueva Esperanza	09 06 10	79 19 55	33	Ecosistema natural <sup>b</sup>
<i>Spondias mombin</i>	Septiembre 2011	Coclé	Río Hato	08°24 00	80°05 05	21	Ecosistema natural
	Agosto 2012	Coclé	Río Hato	08°24 00	80 05 05	21	Ecosistema natural
<i>Psidium guajava</i>	Septiembre 2012	Chiriquí	El Callejón (Boquete)	08 48 03	82°27 25	1247	Ecosistema natural
<i>Citrus sinensis</i>	Septiembre 2011	Panamá	Cerro Campana	08 41 46	79 55 56	592	Agroecosistema
	Septiembre 2012	Veraguas	Santa Fé	08 30 48	81 06 05	695	Agroecosistema
<i>Inga sp</i>	Abril 2012	Herrera	Santa María	08°06 44	80°39 52	16	Ecosistema natural

## **2 Evaluación de infestación y parasitoidismo**

### **2.1 Metodología en campo**

Se programaron giras de colecta según la época de fructificación de cada especie vegetal en diferentes regiones del país. Se colectaron frutos en proceso de maduración directamente de los árboles y caídos en el suelo que no presentaban daños por aves, rajaduras ni estaban en estado de descomposición procedentes de plantas con o sin manejo agronómico (o bajo producción comercial). El tamaño de la muestra en cada localidad dependió de la cantidad de frutos disponibles con estas características. Se recolectó un mínimo de 450 frutos en total por cada una de las especies vegetales objeto de estudio.

Los frutos fueron transportados al laboratorio en bolsas plásticas con papel periódico seco (para absorber la humedad producto de la transpiración) dentro de hieleras conteniendo gel frío para evitar la alta temperatura y sofocación de las larvas dentro de las bolsas. En cada uno de los sitios de recolecta fueron registradas las coordenadas geográficas y la altitud.

### **2.2 Metodología en laboratorio**

Cada uno de los frutos colectados fue pesado y colocado en cámaras de emergencia individuales rotuladas y construidas con envases plásticos o de cartón, arena de mar tamizada (10 Mesh), tela de organza y bandas elásticas (ligas). Estas cámaras fueron mantenidas a una temperatura promedio de 24.6 °C ( $T_{C\ Min} = 22.2$ ,  $T_{C\ Max} = 26.9$ ) y revisadas cada dos días durante el

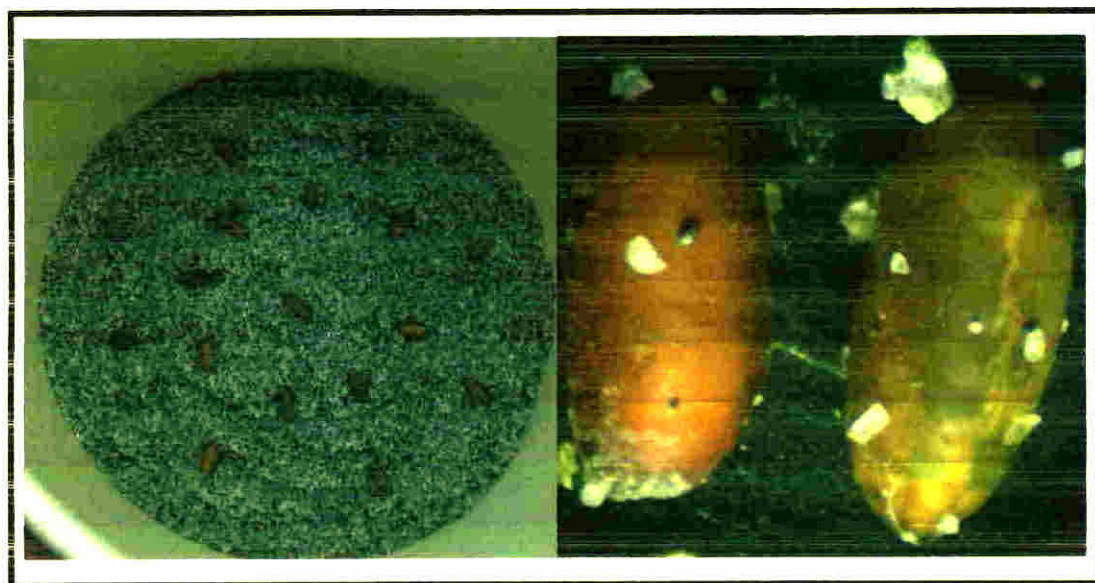
período que duraron los ensayos (Figura 6). Las cámaras de emergencia de todas las especies vegetales estudiadas fueron mantenidas por un período máximo de cinco meses, al cabo del cual se hacía una revisión final donde se tamizaba la arena y se contabilizaban nuevamente las pupas muertas y vivas.



**Figura 6.** Pruebas de infestación y parasitoidismo. a). Envases empleados como cámaras de emergencia; b). Disposición de las cámaras de emergencia en el laboratorio.



Los adultos emergidos de *Anastrepha* o parasitoide fueron recolectados, preservados en viales plásticos rotulados con tapa rosca, conteniendo etanol al 70% y mantenidos en refrigeración hasta su posterior identificación. Al darse la primera emergencia en una de las cámaras, se procedía a tamizar la arena para recuperar las pupas vacías y contabilizar las pupas enterradas vivas y muertas (colapsadas o infectadas con hongos). Las pupas vivas eran nuevamente enterradas en la arena de las cámaras de emergencia (Figura 7). Se descartaron los frutos con avanzando estado de descomposición, pero antes se les revisó para detectar pupas de Tephritidae en su interior. Los adultos que emergían posteriormente de las cámaras, fueron recolectados y preservados de la misma manera.



**Figura 7.** Pupas vivas de *A. obliqua* en cámaras de emergencia con frutos de mango.

### **3 Evaluación de profundidad de infestación de especies de *Anastrepha* según fruta hospedante**

#### **3.1 Metodología en campo**

Se recolectaron frutos de las mismas especies vegetales trabajadas en la evaluación de infestación y parasitoidismo de igual manera se empleó el mismo principio de selección de los frutos en campo. El número de frutos recolectados y de tanques (envases plásticos capacidad de cinco galones) empleados dependió de la cantidad de frutos disponibles con las características requeridas. Para las pruebas se obtuvo suelo en sitios próximos a los puntos donde se colectaron los frutos de cada especie vegetal y de áreas próximas a la Coordinación de Servicios Técnicos de Detección y Diagnóstico Fitosanitario (CSTDDF) de la Dirección Nacional de Sanidad Vegetal (Tapia Tocumen) (0 a 15 cm de profundidad).

Durante las primeras pruebas se recolectaron frutos de mango en bolsas plásticas y se transportaron para iniciar la prueba en el laboratorio. Sin embargo se dio una elevada mortalidad de larvas que emergían prematuramente de los frutos por sofocación y el movimiento vibrante del vehículo. Esta situación también fue observada por Soto-Manitú *et al* (1997). Ante esta situación se procuró preparar los ensayos en el mismo lugar donde se colectaban los frutos mango y el suelo o lo más pronto posible.

La etapa de instalación de tanques consistía en colocar el suelo hasta la marca cero (0) del interior de tanques plásticos de cinco galones (marcado previamente en su interior para indicar la profundidad cada 2.5 centímetros).

adicionar cantidades y peso similares de frutos en cada uno de los tanques segun la especie vegetal cubrir con tela de organza y rotular los tanques

La movilización al laboratorio de los tanques conteniendo suelo y frutos se realizó procurando evitar su exposición al sol directo y a las lluvias

### **3 2 Metodología en laboratorio**

Los tanques fueron mantenidos a temperatura promedio de 28.2 °C (T °C Mín = 24.1 T °C Max = 32.3) en las instalaciones de la Dirección Nacional de Sanidad Vegetal en Río Tapia (Tocumen) hasta la emergencia de los primeros adultos de *Anastrepha* (Figura 8)

Al darse las primeras emergencias de adultos de *Anastrephae* en un tanque se procedía a remover los frutos y coleccionar cuidadosamente el suelo por cada pulgada de profundidad con la ayuda de una pala pequeña El suelo era tamizado y revisado minuciosamente para recuperar las pupas vacías y vivas de Tephritidae (Figura 9) Las pupas de Tephritidae fueron reconocidas basándose en las descripciones de Greene (1924)

Las pupas vacías se asociaban a los adultos emergidos recuperados vivos y muertos En tanto las pupas vivas eran colocadas en cámaras de emergencia para obtener los adultos de *Anastrepha* Una vez pasado el primer mes en los tanques donde no hubo emergencia de adultos de *Anastrepha* se procedió a eliminar los frutos en descomposición revisándolos primero para detectar pupas en su interior Los tanques donde no se presentó emergencia de moscas se



mantuvieron hasta por cuatro meses, y una revisión final para detectar pupas de *Tephritidae*.



**Figura 8.** Tanques con frutos para la prueba de profundidad de pupación. a). guava; b). naranja; c). jobo.

A fin de complementar el presente trabajo con datos sobre la resistencia de penetración que pudo enfrentar la larva en los diferentes niveles de profundidad,

se evaluó la resistencia de penetración con un Penetrómetro con lecturas expresadas en kilogramo / centímetro cuadrado ( $\text{kg}/\text{cm}^2$ ). Se registraron cinco lecturas en cada uno de los niveles marcados en el interior de cada uno de los tanques (Figura 10).



**Figura 9.** Procesamiento de muestras en la prueba de profundidad de pupación.





**Figura 10.** Uso del penetrometro en la evaluación de la resistencia de penetración de los suelos empleados en el estudio.

#### **4. Identificación de las especies emergidas**

Los adultos emergidos de *Anastrepha* fueron identificados empleando la clave del Manual para la identificación de moscas de la fruta: Genero *Anastrepha* Schiner (Korytkowski, 2009 no publicado). Además de los caracteres externos, se realizaron disecciones (7° segmento abdominal) y montajes (aculeus) necesarios para observar los caracteres señalados por esta clave. Una vez identificados los especímenes, se continuó su preservación en viales conteniendo etanol al 70%.

Los parasitoides emergidos fueron colocados en viales conteniendo acetato de etilo durante 48 a 72 horas antes de realizar los montajes en puntas de cartoncillo en forma de triángulos pequeños. El material fue identificado con las claves: 1) *Parasitoids of Fruit Infesting Tephritidae* de Wharton y Yoder (2005) 2) *Manual of the New World genera of the family Braconidae (Hymenoptera)* de Wharton *et al* (1997)

Los parasitoides recuperados están depositados en el Laboratorio de Entomología de la Dirección Nacional de Sanidad Vegetal (Tapia Tocumen). No obstante, varios especímenes de cada una de las especies obtenidas se entregaron al Programa Centroamericano de Maestría en Entomología para ser incorporados en su Colección.

#### **4 Análisis de la información**

Para evaluar la infestación en este estudio se decidió emplear los índices de Nivel de Infestación (número de larvas / kilogramo de frutos colectado) junto con el porcentaje de infestación (Número de frutos infestados / total de frutos colectados) ya que son los índices de infestación en frutos más frecuentemente usados en las investigaciones desarrolladas con *Anastrepha* en el Neotrópico y están relacionados con la abundancia de adultos y la disponibilidad de frutos (Aluja *et al* 2003, Ovruski *et al* 2003, Nuñez *et al* 2004a, Hernández Ortiz *et al* 2006, Insuasty *et al* 2007). Estos índices permiten comparar los valores obtenidos en el presente estudio con los de investigadores de otras latitudes. Además, son indicadores del futuro nivel poblacional de adultos en campo (Chaverri 2000). Si

bien existen estudios que evidencian la importancia que tiene la relación Tamaño de la semilla vs contenido de pulpa (Tigrero 2007) en la infestación por especies de *Anastrepha* y el parasitoidismo que las mismas reciben esto no fue considerado ni como objetivo ni metodología en esta investigación ya que esto involucraba perturbar las condiciones internas del fruto comprometiendo la vida y desarrollo de las larvas lo que a su vez pudo afectar sensiblemente la evaluación de parasitoidismo que era uno de los objetivos más importantes de este trabajo de investigación

Para cada especie frutal se determinó el índice de infestación expresado como el máximo de larvas/fruto Se uso una prueba de bondad de ajuste para determinar homogeneidad en la distribución de los porcentajes de infestación con respecto al peso de los frutos

Al evaluar el parasitoidismo se consideró lo siguiente porcentaje de parasitoidismo total por especie frutal (numero de parasitoides / Total de pupas Tephritidae X 100) complejo de especies parasitoides por especie frutal porcentaje de parasitoidismo realizado por especie de parasitoide cantidad de frutos en los cuales emergieron parasitoides y cantidad de parasitoides por frutos Con la información de las especies de *Anastrepha* y sus especies parasitoides se elaboró una red trófica cualitativa La red muestra el numero relativo de especies diferentes de parasitoides que se encuentran asociados a cada especie de hospedador y resume las interacciones o vínculos tróficos entre estos La red trófica fue confeccionada empíricamente de modo que cada especie de parasitoide está representada gráficamente por un rectángulo de

color gris mientras que las especies de *Anastrepha* están representadas por rectángulos de coloración blanca

**CAPITULO IV.**  
**RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 1 Evaluación de la infestación en frutos por especies de *Anastrepha*

#### 1.1 Campo

Se recolectó un total de 2101 frutos equivalentes a 233 60 kilogramos de las especies evaluadas en el estudio (Cuadro 9) Estas muestras fueron colectadas en 22 localidades ubicadas en cinco provincias de la Republica de Panamá

**Cuadro 9** Cantidades y peso de frutos segun especie vegetal y sitios de colecta

FRUTO	PROVINCIA	LOCALIDAD	CANTIDAD DE FRUTOS/SITIO
Mango	Coclé	Río Hato	63
	Panamá	Tocumen CEIAT	345
		La Mesa No 1	30
		La Mesa No 2	19
		San Miguel	33
		Sorá	26
Jobo	Coclé	Río Hato	264
	Panamá	San Miguel	251
Guayaba	Chiriquí	Bajo Mono (Boquete)	132
		El Callejón (Boquete)	39
	Panamá	Altos de Pacora	21
		Tocumen CEIAT	26
		Urive	17
		La Mesa	48
		Quebrada Cali	42
	Veraguas	Santa Fé	156
Naranja	Chiriquí	Bajo Mono (Boquete)	57
		Potrenillos	90
		Dolega	85
	Panamá	Campana	189
		Quebrada Cali	68
Guaba	Herrera	Santa María	100



## 1.2 Laboratorio

De las muestras procesadas se recuperó un total de tres especies de *Anastrepha*: *A. obliqua* en mango (*Mangifera indica*) y jobo (*Spondias mombin*), *A. striata* en guayaba (*Psidium guajava*) y *A. ludens* en naranja (*Citrus sinensis*). No se recuperó más de una especie de *Anastrepha* en una misma especie vegetal. La guayaba (*Inga* sp.) fue la única de las cinco especies vegetales muestreadas que no presentó infestación por *Anastrepha*. Los resultados sobre infestación se presentan a continuación de manera general enmarcando todos los sitios donde se colectaron cada una de las especies frutales (Cuadros 10 y 11).

**Cuadro 10** Infestación de *Anastrepha* sp. según especie frutal

FRUTA	PESO		INFESTACIÓN (%)	INFESTADOS / TOTALES	NIVEL DE INFESTACIÓN (Larvas / Kg fruto)	PUPAS / FRUTO INFESTADO	
	( $\bar{X}$ )	s				Mín / Max	Promedio
Mango	188.78	100.60	23.06	119 / 516	7.10	1 / 27	7.21
Jobo	6.80	1.77	57.48	296 / 515	289.96	1 / 12	3.17
Guayaba	51.65	27.26	79.21	381 / 481	110.61	1 / 44	5.94
Naranja	148.81	45.85	13.29	65 / 489	2.65	1 / 16	2.97

Cuando se comparan las diferentes especies frutales evaluadas se evidencia una relación inversa entre el nivel de infestación obtenido y el peso promedio de los frutos de cada especie (Cuadro 10), es decir, el nivel de infestación es menor en las especies frutales con mayor peso promedio que en los frutos con peso promedio menor. Por otro lado, si se evalúan independientemente los datos obtenidos en mango, guayaba y naranja en cada especie frutal por separado, se aprecia una relación positiva entre el peso y el nivel de infestación (Cuadros 11

12 y 13) es decir que el numero de larvas/kg de fruto incrementaba a medida que aumentaba el peso del fruto. Se puede pensar que en los frutos de mango, guayaba y naranja el aumento de peso significaba principalmente un aumento del componente pulpa que en otras palabras representaba un aumento del recurso alimenticio disponible a las larvas. Las diferencias en los pesos de los frutos de jobo no eran tan amplias como los presentados por los frutos en mención.

Se recuperaron adultos de *A. obliqua* y de *A. strata* más pequeños que el resto de los individuos de sus especies respectivas. Esto podría estar relacionado con lo percibido por Soto Manitiu *et al* (1997) quienes observaron bajo condiciones de campo que larvas de tercer estadio reciente lograban pupar sin haber completado la madurez presentando una muy alta mortalidad y que la cantidad de adultos obtenidos a partir de estas larvas inmaduras era muy baja siendo los pocos que emergen de pequeño tamaño. La hormona Protoraxica tropina (PTTH) es una de las tres hormonas fundamentales en los procesos de muda y metamorfosis en los insectos. Quirós D (com pers) señala que uno de los factores que puede inducir o dar señal al cerebro para que secrete la PTTH es la exposición al frío y probablemente a otros estímulos ambientales. Es posible que la perturbación que sufrieron las larvas al movilizar los frutos al laboratorio pueda explicar la presencia de los adultos más pequeños de moscas en el estudio. En algunas moscas no se pudieron separar por sexo debido al mal estado en que se encontraban cuando se recuperaron (sexo indeterminado).

**Cuadro 11** Datos totales de las pruebas de infestación y parasitoidismo

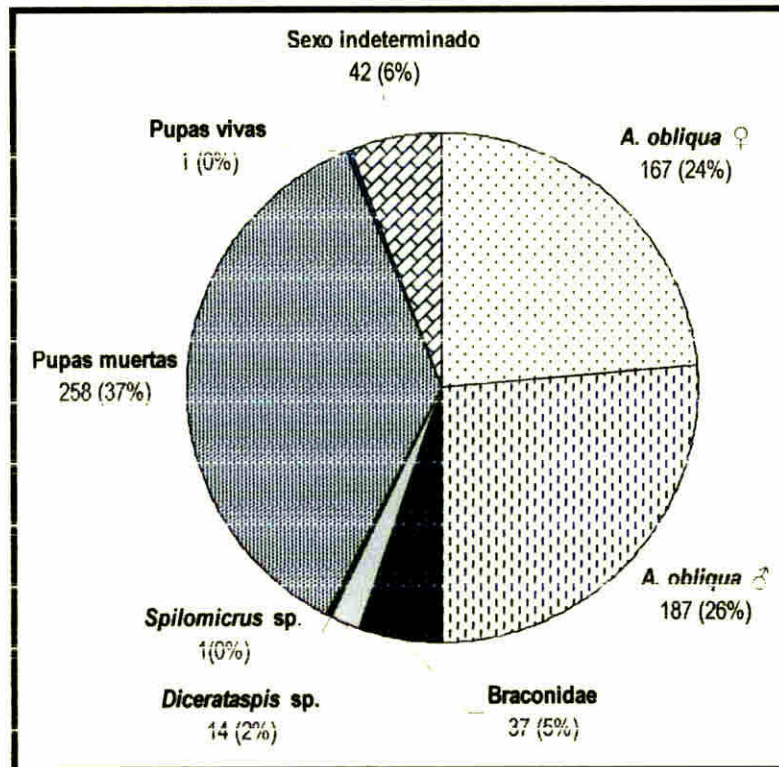
Fruto	Peso total (kg)	Cantidad total	Frutos infestados	Especie de <i>Anastrepha</i>	Total de pupas	Hembras	Machos	Parasitoides Braconidae	Sexo indeterminado	Pupas muertas	Pupas vivas	% de parasitoidismo
Mango	97 41	516	119	<i>obliqua</i>	707	161	184	37	42	252	1	5 23
Jobo	3 23	515	296	<i>obliqua</i>	938	77	72	129	652	0	8	13 75
Guayaba	24 84	481	381	<i>strata</i>	2748	1076	989	99	485	5	94	3 60
Naranja	72 77	489	65	<i>ludens</i>	193	44	31	2	110	0	6	1 04
Guaba	35 34	100	0	Negativa	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>Totales</b>	<b>233 60</b>	<b>2101</b>			<b>4586</b>			<b>267</b>				

### 1 2 1 *Mangifera indica*

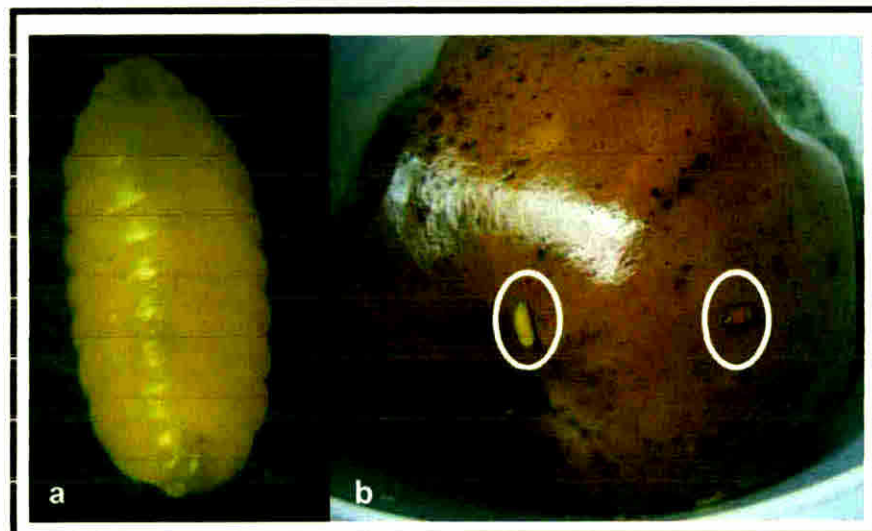
Los resultados en mango (Figura 11) de este estudio son diferentes a los registrados por Tapia (1989). El estudio de Tapia se enfocó en frutos de mango ubicado en el área de Capira (Panamá oeste) registro tres especies afectando al mango (*A. obliqua*, *A. fraterculus*, *A. distincta*) obtuvo un porcentaje de infestación de 74% un número máximo de 44 larvas/fruto un promedio de 5 pupas/ fruto. Mientras que el presente estudio abarcó seis localidades de muestreo (Coclé, Panamá Este y Oeste) se registró únicamente la especie *A. obliqua* en frutos de mango (Figura 12) un porcentaje de infestación menor (23.06%) un número máximo de 27 larvas/fruto y un promedio de 7 pupas/ fruto infestado ( $s = 3.94$ ). La diversidad de especies de *Anastrepha* infestando mango encontrada por Tapia en ese sitio en particular podría explicar porque registró valores mayores de porcentaje de infestación y número máximo de larvas/fruto que los presentados en este estudio.

El porcentaje de infestación en mango resultó ser dependiente del peso de los frutos ( $X^2 = 27.19841$  gl = 2  $p < 0.00001$ ) su valor incrementó a medida que aumento el peso de los frutos siendo hasta más del triple la diferencia entre intervalo inferior y el rango superior (Cuadro 12).

El nivel de infestación obtenido (7.10) viene a ser un promedio aproximado de lo registrado en México (0.3 a 15.9) por Hernández Ortiz *et al.* (2006) (Cuadro 2).



**Figura 11.** Composición del material entomológico recuperado en mango



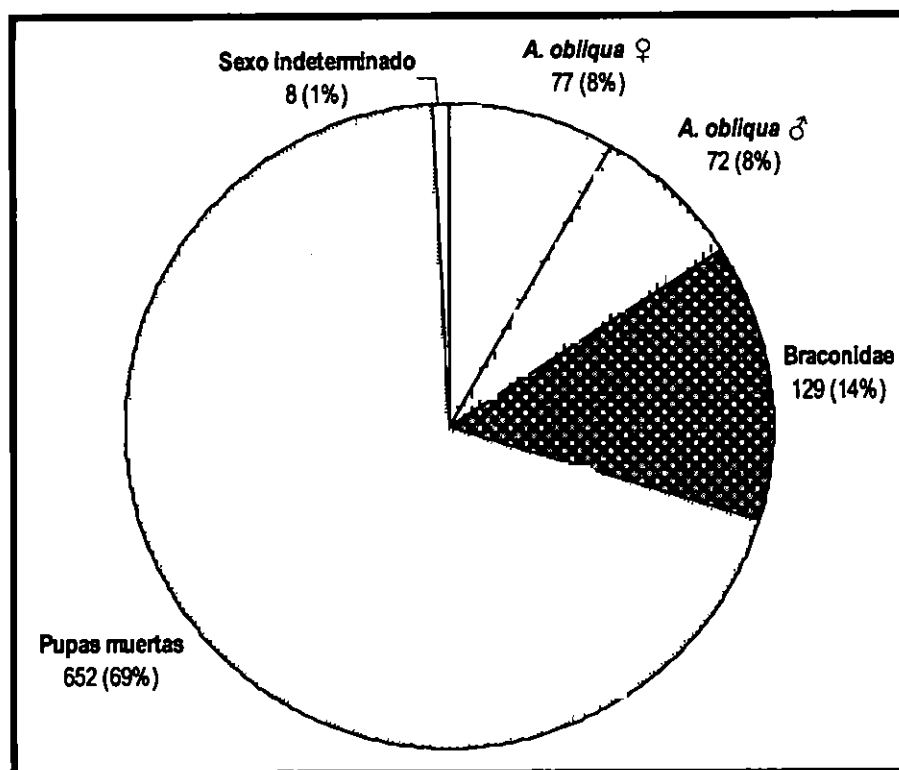
**Figura 12.** *Anastrepha obliqua* en frutos de mango.  
a. pupa en formación; b. larva y pupa sobre fruto de mango.

**Cuadro 12** Distribución de la infestación en frutos de mango según intervalos del peso de los frutos

INTERVALOS (gramos)		FRUTOS INFESTADOS		INFESTACIÓN (%)
0	200	417	75	17 99
201	400	57	18	31 58
401	600	42	26	61 90

### 1 2 2 *Spondias mombin*

Siendo el jobo (Figura 13) uno de los hospederos nativos de *A. obliqua* se discute estos resultados con los obtenidos en mango. Pese a que el número máximo de larvas/fruto fue mayor en mango, el porcentaje de infestación en jobo fue el doble que a lo registrado en mango (Cuadro 10). El mango es un fruto que ofrece un mayor recurso alimenticio para las larvas en comparación a lo ofertado por el jobo; esto puede explicar su elevado número de larvas/fruto. Sin embargo, al ser el jobo un hospedero nativo de *A. obliqua* (Figura 14) se podría explicar su mayor porcentaje de infestación y que el nivel de infestación fuera de 40 veces superior a lo visto en mango. Es decir, que un kilogramo de jobo puede ser capaz de ofertar 40 veces más adultos que lo ofertado por un kilogramo de mango. Esto coincide con lo expuesto por Soto-Manitú *et al* (1997), Hernández Ortiz *et al* (2006) y Marsaro Junior *et al* (2011).



**Figura 13** Composición del material entomológico recuperado en jobo

Por otro lado el peso de los frutos de jobo no mostró ser un factor que influyera en el porcentaje de infestación ( $X^2 = 3.827331$  gl = 2  $p < 0.147540$ ) (Cuadro 13)

**Cuadro 13** Distribución de la infestación en frutos de jobo según intervalos del peso de los frutos

INTERVALOS (gramos)	FRUTOS	INFESTADOS	INFESTACIÓN (%)
0 3 96	52	36	69 23
3 97 7 93	368	191	51 90
7 94 11 89	95	69	72 63



**Figura 14.** *Anastropha obliqua* en frutos de jobo.  
a. frutos en cámaras de emergencia; b. adultos  
emergidos de pupas aisladas a partir de jobo.

### 1.2.3. *Psidium guajava*

La guayaba (Figura 15) registro el mayor porcentaje de infestación natural (79.21%) entre las especies frutales evaluadas. Insuasty *et al.* (2007), reportan infestaciones de hasta un 90% de *A. striata* en guayaba de Colombia. Considerando que esta especie frutal es nativa del Neotrópico y con amplia distribución, es muy probable que este relacionada con el desarrollo evolutivo de

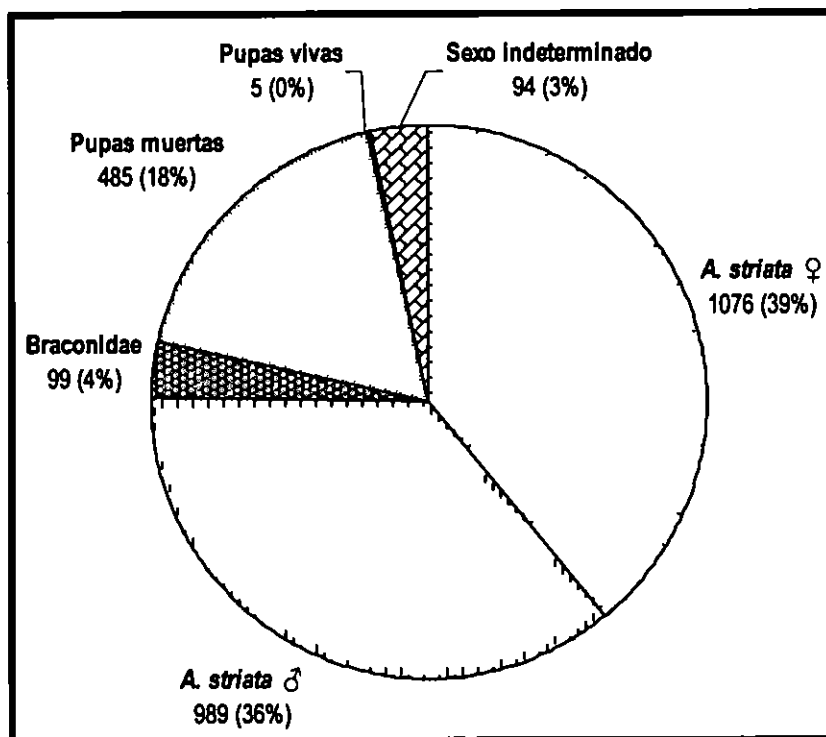


*A. snata* La mayor cantidad de larvas por fruto entre todas las especies frutales se presentó en un fruto de guayaba (44 larvas) asociado *A. snata* procedente de Santa Fé (Veraguas)

En el caso particular de la guayaba se recuperaron algunos adultos *A. snata* que emergieron de puparios ubicados dentro del fruto y no en el sustrato de la cámara de emergencia (Figura 16) Esto dio mayor sustento a la tarea que se venía llevando desde un inicio de revisar minuciosamente todos los frutos antes de su descarte No se detectaron pupas dentro de los frutos de las otras especies evaluadas Aunque la tendencia general es que las especies de *Anastrepha* busquen refugio dentro del suelo para empupar este particular comportamiento observado en *A. snata* podría permitirle evitar los riesgos que conlleva la exposición a la desecación y a los enemigos naturales cuando la larva sale del fruto y se moviliza en busca del sitio para empupar Situación similar fue observada por Soto-Manitú *et al* (1997) en *A. obliqua* relacionada con frutos de Anacardiaceae en Costa Rica

El nivel de infestación natural de *A. snata* obtenido en guayaba (110 larvas/Kg fruto) solo fue superado por el obtenido en jobo Este valor puede considerarse elevado si se compara con los valores obtenidos en Brasil por Marsano Junior *et al* (2011) donde los valores oscilaron entre 27.3 y 118.7 larvas/kg fruto pero es superior a los 103.2 obtenidos por Hernández Ortiz *et al* (2006) en México

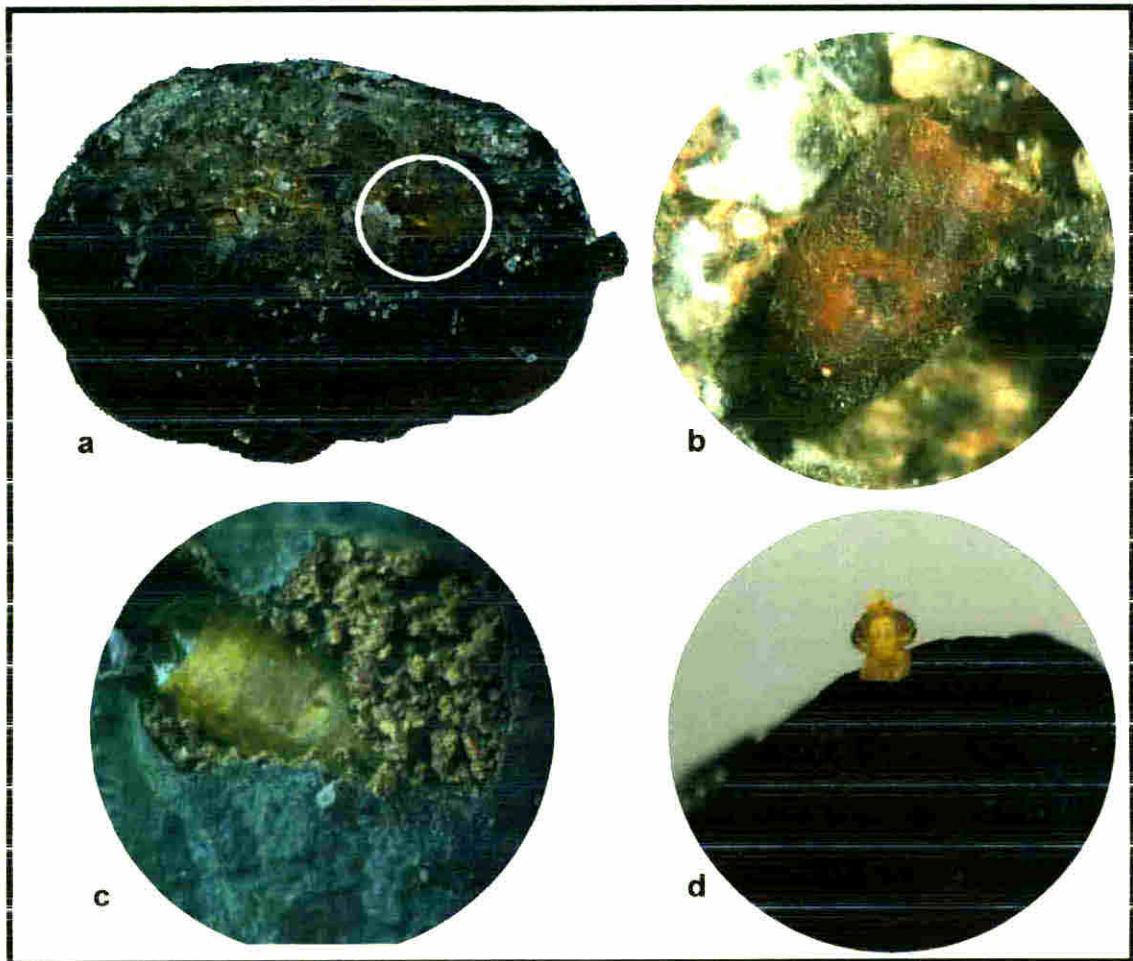
Al evaluar los datos en guayaba se encontró que no había dependencia entre el porcentaje de infestación y el peso de los frutos ( $X^2 = 3.997476$  gl = 2  $p < 0.135508$ ) (Cuadro 14)



**Figura 15** Composición del material entomológico recuperado en guayaba

**Cuadro 14** Distribución de la infestación en frutos de guayaba según intervalos del peso de los frutos

INTERVALOS (gramos)		FRUTOS INFESTADOS		INFESTACIÓN (%)
0	50	248	169	68 15
51	100	204	186	91 18
101	150	29	26	89 66



**Figura 16.** *Anastrepha striata* en fruto de guayaba. a. fruto con pupa en su interior; b y c. pupa; d. adulto emergiendo

#### 1.2.4. *Citrus sinensis*

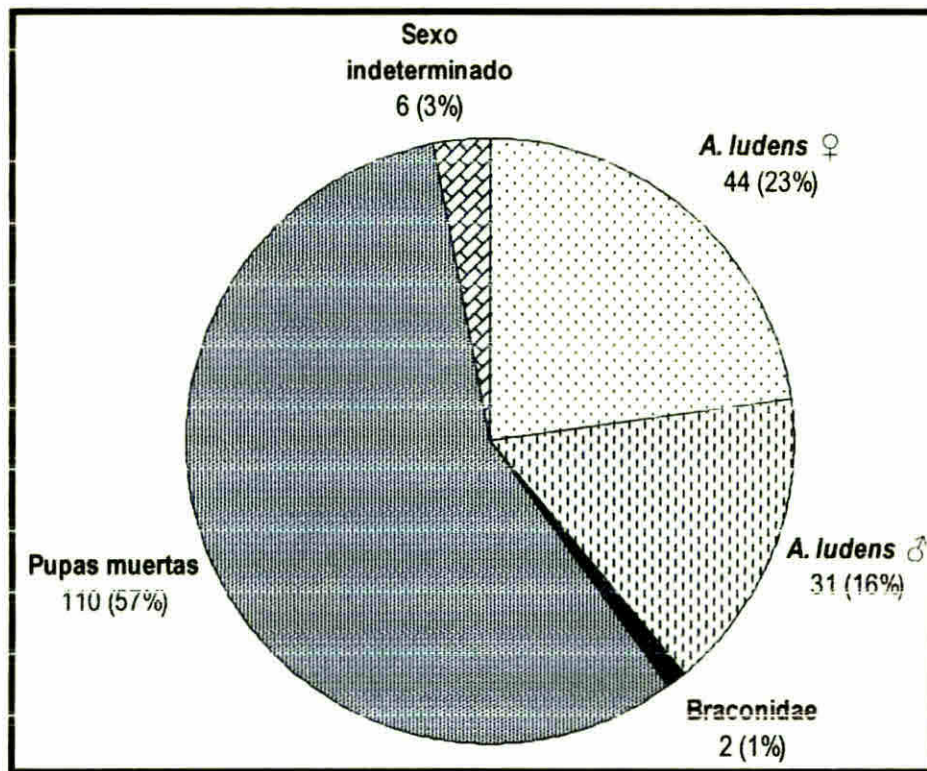
De las frutas evaluadas que si lograron presentar infestación por *Anastrepha* sp., la naranja (Figura 17) resulto la menos infestada, considerando el porcentaje y nivel de infestación (13.29% y 2.65, respectivamente). Esta especie frutal resulto capaz contener hasta 16 larvas/fruto de *A. ludens* (Cuadro 10). Similar a lo ocurrido en el mango, el porcentaje de infestación en naranja resulto ser dependiente del peso de los frutos ( $X^2 = 12.84270$ ,  $gl = 2$ ,  $p < .001627$ ) (Cuadro

15) La naranja no es un hospedero nativo de *A. ludens* (Figura 18) no obstante esta especie ha podido aprovecharla como nicho y recurso alimenticio. Su comportamiento como plaga varía dependiendo de la latitud donde se presente (su distribución se extiende desde el norte de México hasta Panamá). En México es considerada la especie de *Anastrepha* más nociva para la agricultura afectando tanto a la naranja como a otras frutas tal es el caso del mango.

**Cuadro 15** Distribución de la infestación en frutos de naranja según intervalos del peso de los frutos

INTERVALOS (gramos)		FRUTOS INFESTADOS		INFESTACIÓN (%)
0	100	66	5	7.58
101	200	359	43	11.98
201	300	64	17	26.56

Los resultados sobre infestación expuestos en esta investigación ofrecen una visión global de lo que ocurre en los sitios de muestreo como un conjunto y que diversos factores podrían afectar estos valores en un sitio determinado (ejemplo la población existente de adultos de *Anastrepha*, la susceptibilidad del fruto a la oviposición, el número y distribución de los hospederos nativos e introducidos, diversidad y población de enemigos naturales, competidores, factores ambientales, entre otros).



**Figura 17.** Composición del material entomológico recuperado en naranja.



**Figura 18.** *Anastrepha ludens* en hoja de naranja (Boquete, Chiriquí).

## 2 Evaluación de parasitoidismo

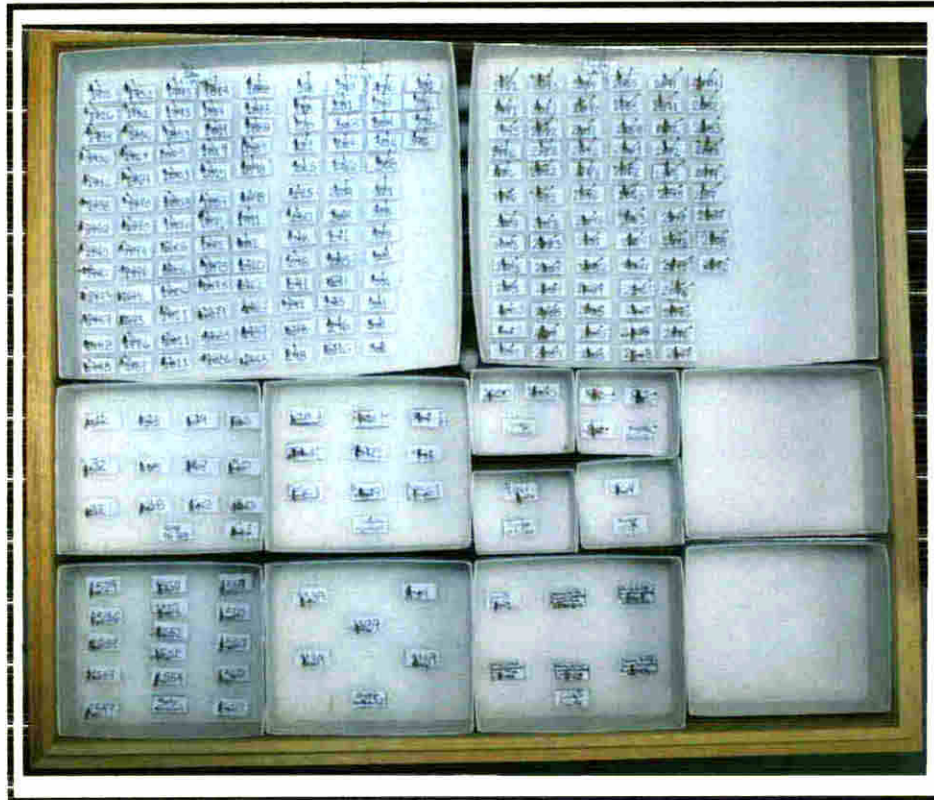
Se recuperó un total de 282 parasitoides (Hymenoptera) de las familias Braconidae (Figura 19) Figitidae y Diapriidae (Cuadro 16) de los frutos de jobo mango guayaba y naranja. Al igual que no se recuperaron pupas ni adultos de *Anastrepha* durante las evaluaciones de infestación en guaba tampoco se obtuvieron parasitoides. En algunos parasitoides no se pudo avanzar en la identificación debido al mal estado en que se encontraban cuando se recuperaron.

Al considerar la información obtenida de todas las especies frutales la familia Braconidae presentó el 94.68% del total de parasitoides emergidos, 4.96% la familia Figitidae y 0.35% los Diapriidae. *Doryctobracon zeteki* resultó el parasitoide más abundante (71) seguido por *Doryctobracon areolatus* (59), *Opius bellus* (49) y *Asobara anastrephae* (48). Sin embargo, *D. zeteki* solo se presentó en guayaba y *O. bellus* en jobo; en tanto *D. areolatus* y *A. anastrephae* se obtuvieron de tres especies frutales diferentes. *D. zeteki* y *O. bellus* mostraron una preferencia selectiva hacia *A. striata* y *A. obliqua* respectivamente. Mientras que *D. areolatus* y *A. anastrephae* actúan sobre diversas especies de *Anastrepha* mostrando poca especificidad por insecto hospedero. El fruto hospedero y sus características (tamaño, contenido de pulpa, cáscara) podría jugar un papel importante en la selección que hacen estos parasitoides. Tal es el caso de *O. bellus* parasitando *A. obliqua* en jobo y no en mango.

El 86% de todos los parasitoides Braconidae nativos fueron recuperados de frutos nativos del Neotrópico (jobo y guayaba). Esto muestra la estrecha relación



evolutiva que se ha dado entre los parasitoides, las especies de *Anastrepha* y el fruto hospedero nativo. Esta información coincide con lo expuesto por Hernández-Ortiz (1992), y que estos frutos actúan como reservorios naturales de las especies parasitoides recuperadas.



**Figura 19.** Parasitoides recuperados de la familia Braconidae

Se aclara que para estimar el porcentaje de parasitodismo en mango, se consideraron exclusivamente a los especímenes de Braconidae, excluyéndose los individuos de *Dicerataspis* sp. y *Spilomicrus* sp. No existen estudios que demuestren en forma definitiva una relación de estas dos especies de parasitoides con moscas del género *Anastrepha*.

**Cuadro 16.** Especies de parasitoides recuperados de los frutos objeto de estudio.

FAMILIA	SUBFAMILIA	ESPECIE	TOTAL	JOBO	MANGO	GUAYABA	NARANJA
Braconidae	Alysiinae	<i>Asobara anastrephae</i>	48	33	1	14	
		Adulto no determinado	11	11			
	Opiinae	<i>Doryctobracon areolatus</i>	59	25	33	1	
		<i>Doryctobracon zeteki</i>	71			71	
		<i>Doryctobracon crawfordi</i>	7			7	
		<i>Opius bellus</i> Sensu	49	49			
		<i>Diachasmimorpha longicaudata</i>	2				2
	No determinado	Adulto no determinado	19	11	2	6	
		Pupa no determinado	1		1		
Figitidae	Eucoilinae	<i>Dicerataspis</i> sp.	14		14		
Diapriidae	Diapriinae	<i>Spilomicrus</i> sp.	1		1		



El parasitoidismo natural total fue mayor en jobo en comparación a las otras especies frutales evaluadas (Cuadro 17) Al compararlo con lo registrado en mango este valor casi se duplicó Esto pudo deberse a características morfológicas de las frutas como tamaño dureza de la corteza y grosor de la pulpa que pueden facilitar o dificultar el encuentro de la larva hospedante (Sivinski *et al* 1997 Nuñez Bueno *et al* 2004b)

**Cuadro 17** Parasitoidismo natural sobre especies de *Anastrepha* por el complejo de parasitoides según especie frutal

<b>FRUTO</b>	<b>PARASITOIDISMO TOTAL (%)</b>
<i>Mangifera indica</i>	5.23
<i>Spondias mombin</i>	13.75
<i>Pisidium guajava</i>	3.60
<i>Citrus sinensis</i>	1.04

Si bien los resultados obtenidos muestran que el parasitoidismo resultó mayor en los frutos más pesados de mango y guayaba (Cuadro 18) no es posible afirmar que haya una relación se requiere de un estudio que considere otros factores como el grado de madurez del fruto el número de larvas de *Anastrepha* sp por fruto entre otros

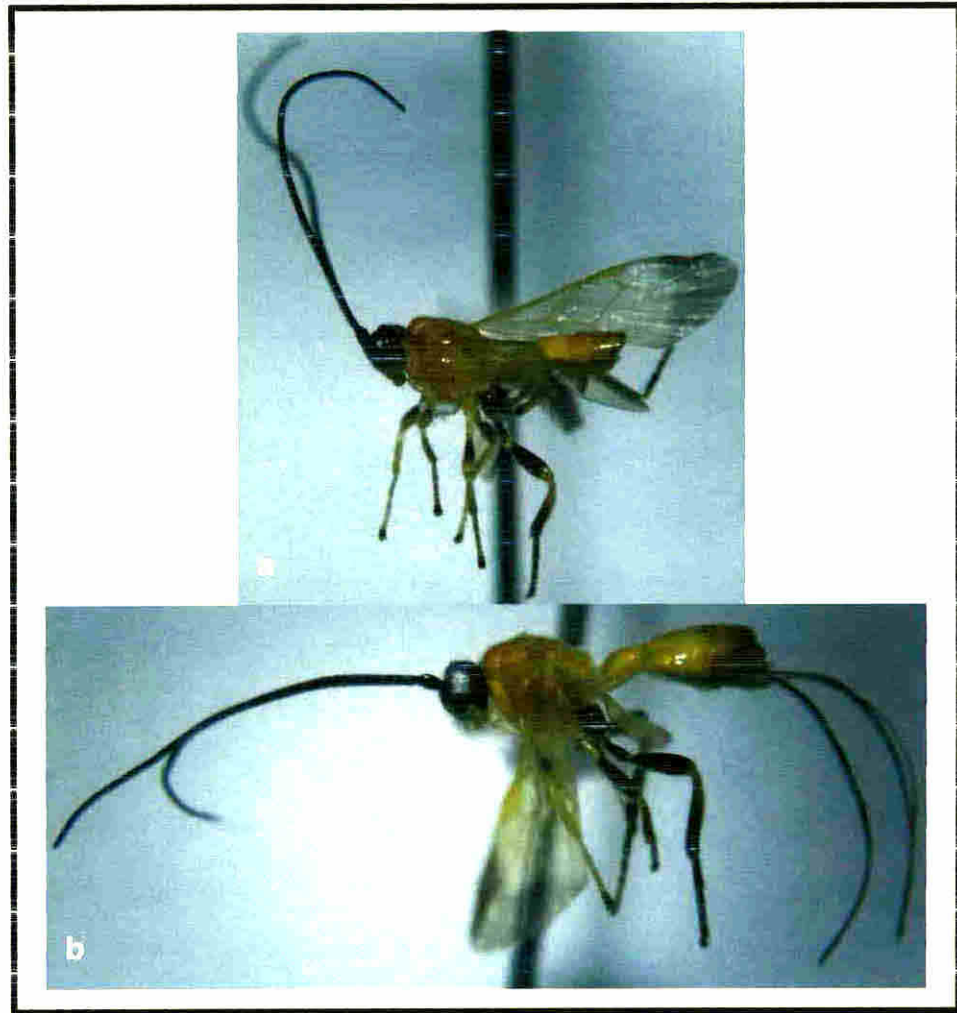
**Cuadro 18** Distribución del parasitoidismo en los frutos evaluados según intervalos del peso de los frutos

	INTERVALOS (gramos)		PUPAS	PARASITOIDES	PARASITOIDISMO (%)
Mango	0	200	456	26	5 70
	201	400	98	6	6 12
	401	600	153	20	13 07
Jobo	0	3 96	62	7	11 29
	3 97	7 93	545	71	13 03
	7 94	11 89	331	51	15 41
Guayaba	0	50	841	18	2 14
	51	100	1663	71	4 27
	101	150	244	10	4 10
Naranja	0	100	8	0	0 00
	101	200	137	2	1 46
	201	300	48	0	0 00

## 2.1 *Doryctobracon zeteki* Muesebeck

Esta especie fue recuperada exclusivamente de frutos de guayaba donde emergió *A. snata*. *D. zeteki* parece haber coevolucionado con *A. snata* en *Psidium* (L.) y posiblemente otras Myrtaceae (Ovruski *et al.* 2000). Esta especie aparenta tener un rango muy estrecho de hospederos ya que estudios previos la reportan emergiendo principalmente de puparios en *Psidium* sp. donde solo se ha obtenido *A. snata* (Katiyar *et al.* 1995). Entre las pocas especies reportadas

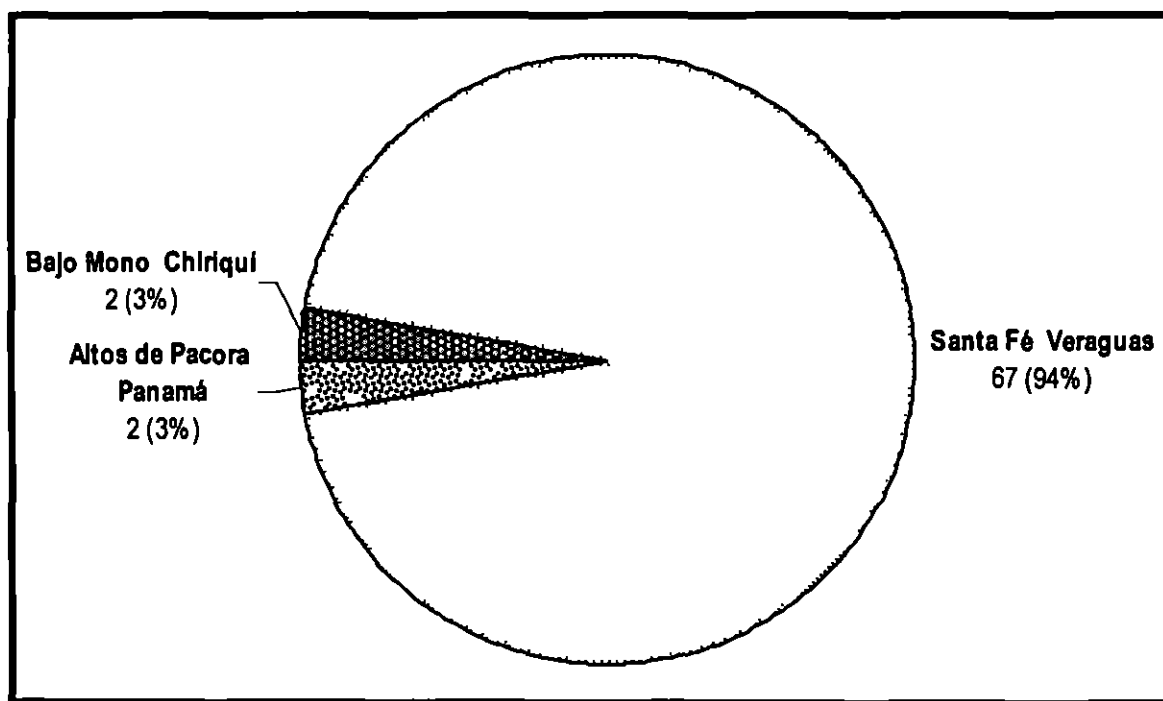
como insecto hospedero de *D. zeteki* (Figura 20) están *A. serpentina* y *A. anomala* en Panamá (Medianero *et al.*, 2006).



**Figura 20.** Adultos de *Doryctobracon zeteki*. a) Macho; b) hembra.

Este parasitoide ha sido reportada actuando sobre *A. striata* en México, Colombia, Venezuela y Panamá (Cuadro 4). A pesar de haberse registrado en una sola especie frutal, *D. zeteki* fue el más abundante de todos los parasitoides recuperados (71 individuos), considerando las especies frutales evaluadas.

En guayaba fue el parasitoide predominante (72%) realizando un parasitoidismo de 2 58% sobre *Anastrepha striata*. El 94% de los adultos recuperados emergió de frutos provenientes de Santa Fé (Veraguas) (Figura 21) es decir que el 32% del total de frutos colectados aportaron el 94% de los parasitoides en guayaba. Esta regulación natural observada en Santa Fé (5 72%) evidencia el potencial que puede tener *D. zeteki* para ser considerado en una regulación inducida de poblaciones de *A. striata* en guayaba cultivada en esta región.



**Figura 21** Origen de los individuos de *Doryctobracon zeteki* recuperados en guayaba

Los resultados obtenidos demuestran que *D. zeteki* mostró una alta selectividad a frutos asociados a *A. striata* pero una baja distribución geográfica ya que solo se registró en tres de los ocho sitios donde se colectaron frutos de

guayaba (Bajo Mono Boquete Santa Fé Veraguas y Altos de Pacora Panamá) Es probable que esta distribución pudiera estar asociada a la altitud de los sitios de colecta ya que la altitud de esos tres sitios junto con la de El Callejón Boquete va de 568 msnm (Santa Fé) hasta 1550 msnm (Bajo Mono) *D. zeteki* no estuvo presente en las muestras provenientes de altitudes menores a los 105 msnm (133) Esta información sugiere que en Panamá *D. zeteki* prefiere alturas superiores a los 500 msnm

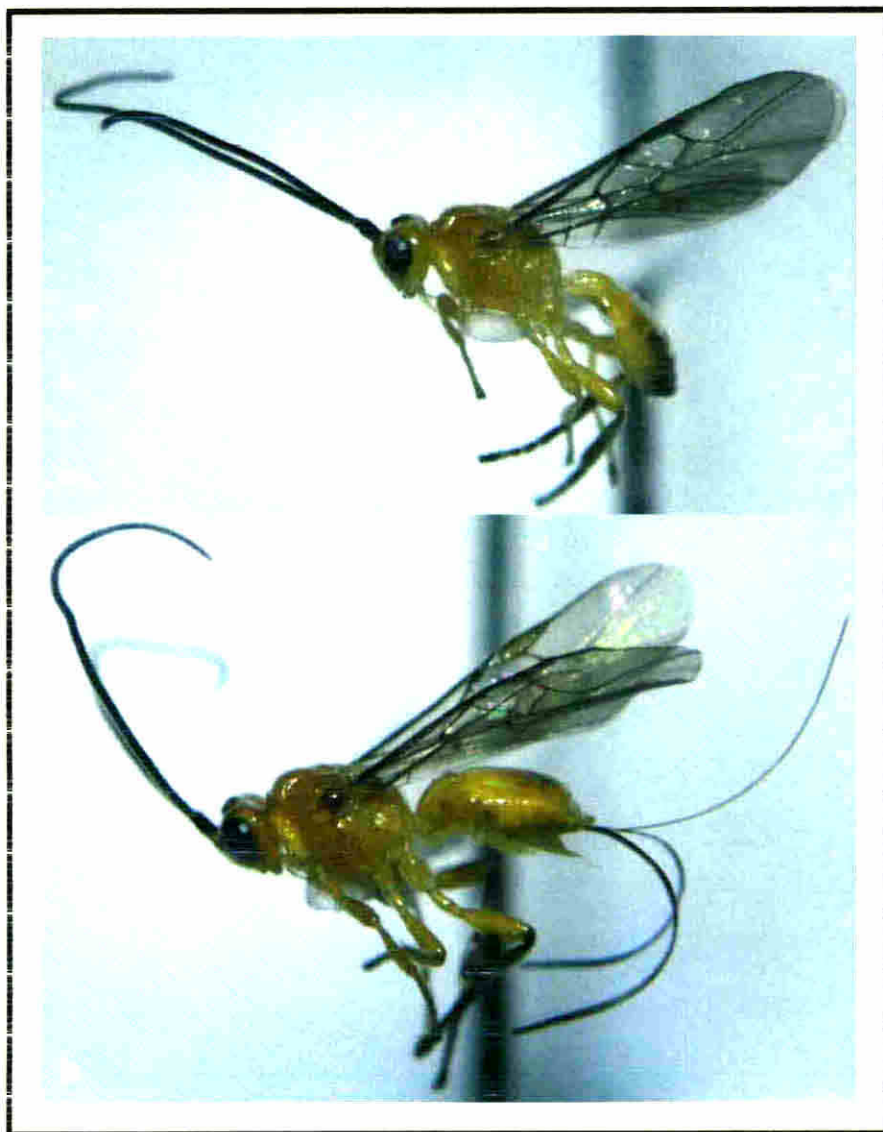
No existen estudios previos que evalúen la distribución altitudinal de este parasitoide Investigaciones previas han reportado a *Doryctobracon zeteki* en Cerro Jefe y Altos de Pacora como la especie más abundante (sobre *A. snata*, *A. serpentina* y *A. anomala*) (Medianero *et al.* 2006) sin embargo solo plantean el rango de altitud al que trabajaron (200 a 1000 msnm) y no aportan la altitud precisa en que estaban los frutos que aportaron individuos de este parasitoide

De un total de 274 frutos infestados con pupas de Tephritidae que fueron colectados arriba de los 568 msnm solo 47 frutos (17.15%) aportaron adultos de *D. zeteki* De esos 47 frutos *D. zeteki* se presentó en 13 frutos en un número de dos o más individuos por fruto en seis acompañado por individuos de *Asobara anastrephae* y en uno por un Braconidae no determinado (mal estado) Se encontraron de 1 a 4 individuos de *D. zeteki* por fruto infestado

## **2.2 *Doryctobracon areolatus* Szépligeti**

Esta especie fue recuperada de frutos de mango, jobo y guayaba *D. areolatus* (Figura 22) fue la segunda especie más abundante (59 individuos)

considerando todas las especies frutales. Esta es una de las especies más ampliamente distribuidas, encontrándose desde el sur de Estados Unidos hasta Argentina (Cuadro 4), siendo recuperado de 17 especies de *Anastrepha* en frutos de 13 familias de plantas (Ovruski *et al.*, 2000).



**Figura 22.** Adultos de *Doryctobracon areolatus*.  
a) Macho; b) hembra.

La información obtenida aquí en cuanto a su abundancia y la capacidad de parasitar larvas en frutos de diferentes tamaños puede fundamentarse en que posee un ovipositor relativamente largo ( $2.04 \pm 0.32$  veces más largo que el metasoma) que le permite parasitar larvas en frutos grandes y pequeños además que ha sido reportado parasitando larvas de 2 y 3 estadio lo que le permitiría tener acceso a las larvas antes que los otros parasitoides (Aguar Menezes *et al* 2001)

Sivinski *et al* (2000) encontró que la altitud es un factor significativo que afecta la proporción de larvas parasitadas por *D. areolatus* (es mayor a altitudes bajas)

En mango *D. areolatus* tuvo un porcentaje de parasitoidismo natural de 4.67% sobre pupas de *A. obliqua*. Además fue la especie parasitoides predominante con 33 individuos (63%) siendo recuperado en un número de 1 a 5 individuos por fruto en muestras infestadas de Río Hato (Coclé), San Miguel y CEIAT Tocumen (Panamá). De las muestras de San Miguel Panamá se recuperaron 20 individuos de *D. areolatus* de 32 frutos infestados con pupas de Tephritidae (33 colectados) constituyendo el 60.61% del total de individuos de *D. areolatus* obtenidos: doce individuos de Río Hato (36.36%) y uno del CEIAT Tocumen (3.03%). Fue la especie dominante de las muestras colectadas en una plantación comercial de Mango (Variedad Tommy Atkins) en Río Hato.

La altitud de los sitios de colecta de mango estaba por debajo de 233 msnm. *D. areolatus* fue recuperado de 19 frutos infestados de un total de 119 frutos infestados de mango. De esos 19 frutos *D. areolatus* se presentó en seis frutos.

en un numero de dos o más individuos por fruto. No se le encontró compartiendo el mismo fruto con otra especie de parasitoides.

En jobo tuvo un porcentaje de parasitoidismo natural de 2.67% sobre pupas de *A. obliqua*. Fue el tercero en predominancia con 25 individuos (19%) por detrás de *Opius bellus* y *Asobara anastrephae*. De 296 frutos infestados se presentó en dos frutos en un numero de dos o más individuos por fruto y en tres frutos acompañado por *A. anastrephae* o una morfoespecie de Alysinae no determinada. Se encontraron de 1 a 3 individuos de *D. areolatus* por fruto infestado.

De las muestras de Río Hato (Coclé) se recuperaron 22 individuos de *D. areolatus* de 19 frutos de un total de 98 frutos infestados (264 colectados) y tres especímenes de tres frutos de un total de 198 frutos infestados (251 colectados) de San Miguel (Panamá).

Siendo aproximadas las cantidades de frutos colectadas en ambos sitios (Río Hato y San Miguel) se puede manifestar que *D. areolatus* fue la especie más predominante (42.31%) de las que parasitaban en jobo de Río Hato por encima de *Asobara anastrephae*, *Opius bellus*, una morfoespecie de Alysinae no determinada y una morfoespecie de Braconidae no determinada. Mientras que en San Miguel fue el cuarto en predominancia (3.90%) por debajo de *Opius bellus*, *A. anastrephae* y una morfoespecie de Alysinae no determinada.

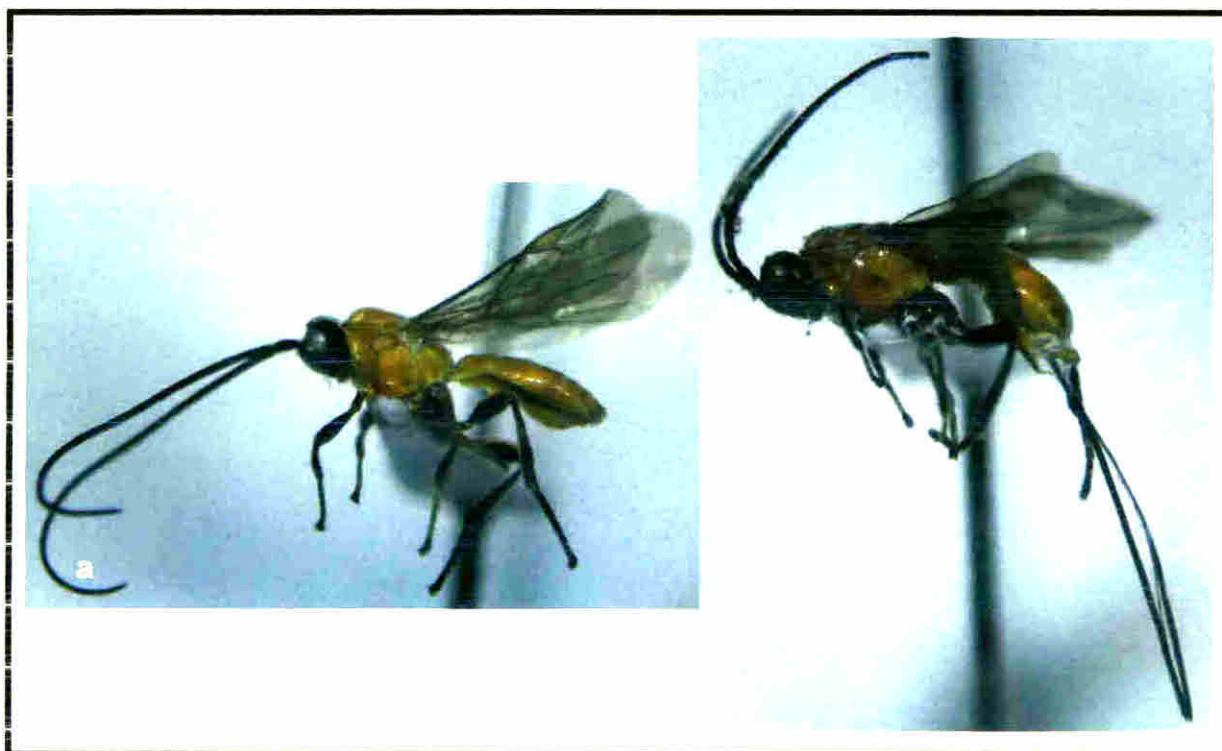
En guayaba solo se recuperó un espécimen (♀) hallándose en un fruto de Bajo Mono-Boquete (Chiriquí) sin la presencia de otras especies de parasitoides. Este único espécimen provocó el 0.04% de parasitoidismo de *A. stnata* en



guayaba. En otras latitudes es común encontrarla afectando a *A. striata* (Cuadro 4).

### 2.3. *Doryctobracon crawfordi* Viereck

Esta especie fue encontrada exclusivamente parasitando en frutos de guayaba, causando un parasitoidismo natural de 0.25% en *A. striata*. En cuanto a la composición de especies de parasitoides en esta fruta, *D. crawfordi* (Figura 23) fue la tercera especie en predominancia con siete especímenes (7.07%), por detrás de *D. zeteki* y *A. anastrephae*. *D. crawfordi* esta ampliamente distribuida, siendo reportada desde el centro de México hasta el norte de Suramérica (Ovruski *et al*, 2000).



**Figura 23.** Adultos de *Doryctobracon crawfordi*. a) Macho; b) hembra.

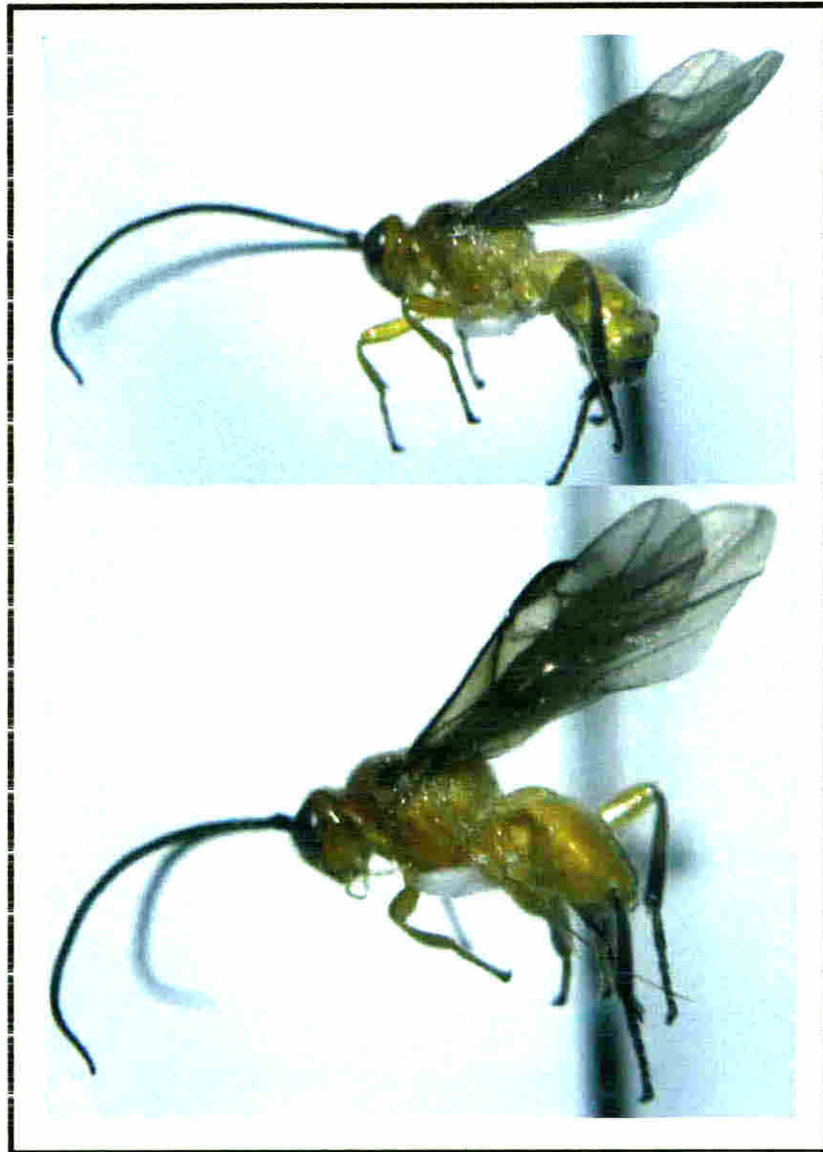
Se recuperaron cinco individuos de Bajo Mono Boquete uno de El Callejón Boquete y otro de Altos de Pacora–Panamá de un total de ocho sitios de colecta. Estos individuos fueron recuperados de siete frutos de 125 frutos infestados de un total de 192 colectados en estos tres sitios (por encima de 836 msnm). No se encontró más de un individuo por fruto tampoco se reportó que estuviera compartiendo el mismo fruto con otra especie de parasitoide. No hubo registro de este parasitoide en los sitios de colecta por debajo de 836 msnm. Medianero *et al* (2006) reportaron a *D. crawfordi* parasitando a *A. serpentina*, *A. anomala* y *A. distincta* en Altos de Pacora–Panamá.

#### **2.4 *Opius bellus* Sensu Wharton**

*Opius bellus* (Figura 24) es la tercera especie más abundante (49 individuos) considerando todas las especies frutales. Esta especie fue recuperada exclusivamente de frutos de jobo ocasionando un parasitoidismo natural de 5.22% sobre *A. obliqua* siendo la especie de parasitoide más dominante (37%) en jobo por encima de *A. anastrephae* y *D. areolatus*. También ha sido recuperada a partir de *A. obliqua* en frutos de *S. mombin* en el Amazonas, Brasil. Además de *A. obliqua* ha sido reportada parasitando *A. fraterculus*, *A. montei* y *A. serpentina* (Canal *et al* 1994).

La exclusividad observada de *O. bellus* en jobo es probable que este asociada al tamaño de este fruto. Según Aguiar Meneses *et al* (2001) la abundancia de *O. bellus* es mayor en una estrecha gama de frutos pequeños.

debido posiblemente a su pequeño ovipositor ( $0.81 \pm 0.05$  veces más largo que el metasoma).



**Figura 24.** Adultos de *Opius bellus*. a) Macho; b) hembra.

De 296 frutos infestados (515 colectados), se presento en siete frutos en un número de dos o más individuos por fruto y en siete frutos acompañado por A.

*anastrephae* o una morfoespecie de Alysinae no determinada Se encontraron de uno a tres individuos de *O bellus* por fruto infestado

De las muestras de Río Hato (Coclé) se recuperó un individuo de un fruto de un total de 98 frutos infestados (264 colectados) y 48 especímenes de 38 frutos de un total de 198 frutos infestados (251 colectados) de San Miguel (Panamá)

Siendo aproximadas las cantidades de frutos colectadas en ambos sitios (Río Hato y San Miguel) y evaluando la composición de especies parasitoides se evidencia que *O bellus* fue la especie predominante (62.34%) de las que parasitaban en jobo de San Miguel por encima de *Asobara anastrephae* *D areolatus* una morfoespecie de Alysinae no determinada y una morfoespecie de Braconidae no determinada Mientras que en Río Hato fue el de menor predominancia (1.92%) por debajo de *D areolatus* *A anastrephae* una morfoespecie de Alysinae no determinada y una morfoespecie de Braconidae no determinada

## **2.5 *Diachasmimorpha longicaudata* Ashmead**

*D longicaudata* (Figura 25) fue la única especie de parasitoide recuperada de frutos de naranja asociadas a *Anastrepha ludens* en los cinco sitios de muestreo Los dos individuos obtenidos emergieron de un mismo fruto procedente de Potrerillos (Chiriquí) En estas áreas se realizaron liberaciones masivas de esta especie entre los años 1965 y 1970 (Campos C. com pers )

Los dos especímenes fueron obtenidos de un total de 21 frutos infestados (90 colectados) de esta localidad, causando un parasitoidismo natural de 2.08% sobre *A. ludens* en este sitio en específico (1.04% total).



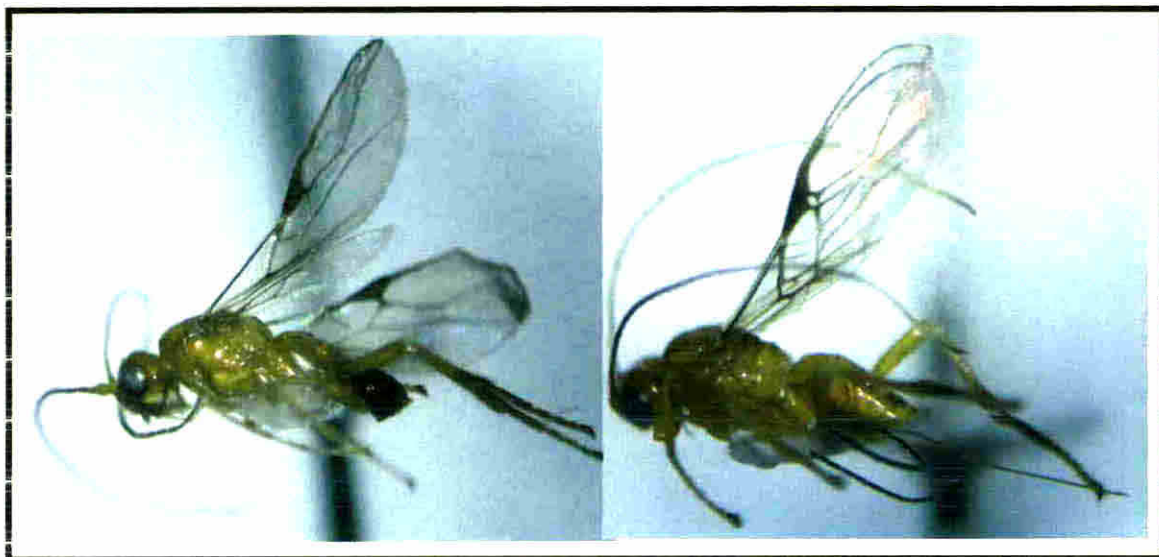
**Figura 25.** Adulto de *Diachasmimorpha longicaudata* (♀).

Esta es una de las dos especies exóticas de parasitoides de *Anastrepha* más comúnmente encontrada y ampliamente distribuida en el Neotrópico (Ovruski *et al.*, 2000). En naranja, la abundancia relativa de esta especie es influenciada por la altitud, siendo más común a altitudes bajas (Sivinski *et al.*, 2000). No se obtuvieron especímenes de las demás áreas muestreadas, áreas en las que no existen reportes de liberaciones previas de esta especie.



## 2.6. *Asobara anastrephae* Muesebeck

*A. anastrephae* (Figura 26) resultó la cuarta especie más abundante (48 individuos), considerando todas las especies frutales. Esta especie fue recuperada de frutos de jobo, mango y guayaba.



**Figura 26.** Adultos de *Asobara anastrephae*. a) Macho; b) hembra

En jobo, *A. anastrephae* fue el segundo en importancia con 33 individuos (26%) por detrás de *O. bellus*, con un parasitodismo natural de 3.52 % sobre *A. obliqua*. Se encontraron de 1 a 4 individuos de *A. anastrephae* por fruto infestado.

De un total de 296 frutos infestados, se presentó en cinco frutos en un número de dos o más individuos por fruto; en cinco acompañado por *Opius bellus*, en tres frutos por *D. areolatus*, en tres por una morfoespecie de Alysiniinae no determinada y en uno por una morfoespecie de Braconidae no determinada.

De las muestras de Río Hato (Coclé) se recuperaron 14 individuos de 11 frutos de un total de 98 frutos infestados (264 colectados) y 19 especímenes de 12 frutos de un total de 198 frutos infestados (251 colectados) de San Miguel (Panamá)

Al evaluar la composición de especies parasitoides en jobo de Río Hato y San Miguel se puede expresar que *A. anastrephae* fue la segunda especie predominante en ambos sitios de colecta por detrás de *Opius bellus* en San Miguel (24 67%) y de *D. areolatus* en Río Hato (26 92%)

En mango se recuperó un único espécimen de *A. anastrephae* (♀) de un fruto procedente de Río Hato de un total de 38 frutos infestados (63 colectados). No fue encontrado acompañado por otra especie de parasitoide en este fruto. Este individuo causó un parasitoidismo natural de 0 14% en *A. obliqua* de mango. Bomfim *et al* (2007) también recuperaron *A. anastrephae* a partir de *A. obliqua* infestando mango en Brasil.

En guayaba se obtuvieron 14 individuos de *A. anastrephae* procedentes todos de un mismo sitio de colecta. Estos individuos emergieron de 11 frutos de un total de 149 frutos infestados (156 colectados) de Santa Fé (Veraguas). Esta especie causó un parasitoidismo natural de 0 51% en *A. strnata* de guayaba. *A. anastrephae* fue encontrado acompañado por *D. zeteki* en cinco frutos y en dos frutos por una morfoespecie de Braconidae no determinada. Se encontraron de 1 a 4 individuos de *A. anastrephae* por fruto infestado. En solo un fruto fue encontrado en un número igual o mayor a dos individuos por fruto.

## **2 7    *Alysiinae* no determinados**

Eran 11 individuos adultos recuperados exclusivamente de frutos de jobo asociados a *A. obliqua*. El mal estado en que se encontraban estos individuos no permitió avanzar en la identificación pero es muy probable que sean *Asobara anastrephae* siendo este el único *Alysiinae* recuperado en Jobo. Si este fuera el caso podrían ser asociados a un 11.7% de parasitoidismo natural sobre *A. obliqua* que sumado al parasitoidismo causado por *A. anastrephae* se obtendría un parasitoidismo total de 4.69%.

## **2 8    *Braconidae* no determinados**

Fueron 19 especímenes adultos recuperados de jobo, mango y guayaba. No se pudo avanzar en la identificación debido al mal estado en que se encontraban estos individuos. En mango de Río Hato se obtuvo una pupa muerta de *Braconidae*.

## **2 9    *Dicerataspis* sp**

Se recuperaron 14 adultos de *Dicerataspis* sp. (*Figitidae*) (Figura 27) en frutos de mango: 11 individuos de Río Hato (Coclé) y tres del CEIAT Tocumen (Panamá). Diez de los individuos de Río Hato provenían de un mismo fruto, en tanto que dos de los especímenes del CEIAT Tocumen emergieron de un mismo fruto de mango.

Se podría hacer la relación directa de este parasitoide con *A. obliqua* al ser esta la única especie de *Anastrepha* recuperada de las muestras de mango. Sin embargo, la identificación debe ser corroborada.





**Figura 27.** Adulto de *Dicerataspis* sp.

En estudios anteriores se han obtenidos adultos de este género a partir de una variedad de frutos asociados con especies del género *Anastrepha* y una especie de *Rhagoletis*. No obstante, raras vez o nunca se ha logrado obtener asociaciones precisas con *Anastrepha*, siendo la mayoría con especies de Drosophilidae (Wharton y Yoder, 2005). Una posible excepción a esto, podría ser el registro de Guimarães *et al.* (1999), quienes reportaron la recuperación de *Dicerataspis flavipes* (Kieffer) a partir de *Anastrepha amita* Zucchi. Félix-Costa *et al.* (2005), reportaron un parasitoidismo natural del 20% de *Dicerataspis* sp. asociado a *Anastrepha* sp. en frutos de guayaba en Brasil. Por otro lado, resultados obtenidos en estudios de campo y de laboratorio por Guimarães y Zucchi (2004) revelan que *Dicerataspis grenadensis* fue atraído por compuestos

volátiles emitidos por larvas de Drosophilidae en frutas podridas de guayaba, y que usaron sus ovipositores para la búsqueda y localización del hospedero.

Estudios futuros son necesarios, a fin de verificar si existe una real asociación de este parasitoide con especies del género *Anastrepha*.

#### **2.10. *Spilomicrus* Westwood**

Se recuperó un adulto de *Spilomicrus* Westwood (Diaprididae) (Figura 28) en una muestra de mango procedente de Río Hato, Coclé. Es muy limitada la literatura que hable sobre los hospederos de este género, y más aún los que lo asocien con miembros de la familia Tephritidae. Wharton y Yoder (2005), indica que se debe tener cuidado al confirmar la recuperación de *Spilomicrus* de hospederos de Tephritidae.



**Figura 28.** Adulto de *Spilomicrus* sp.

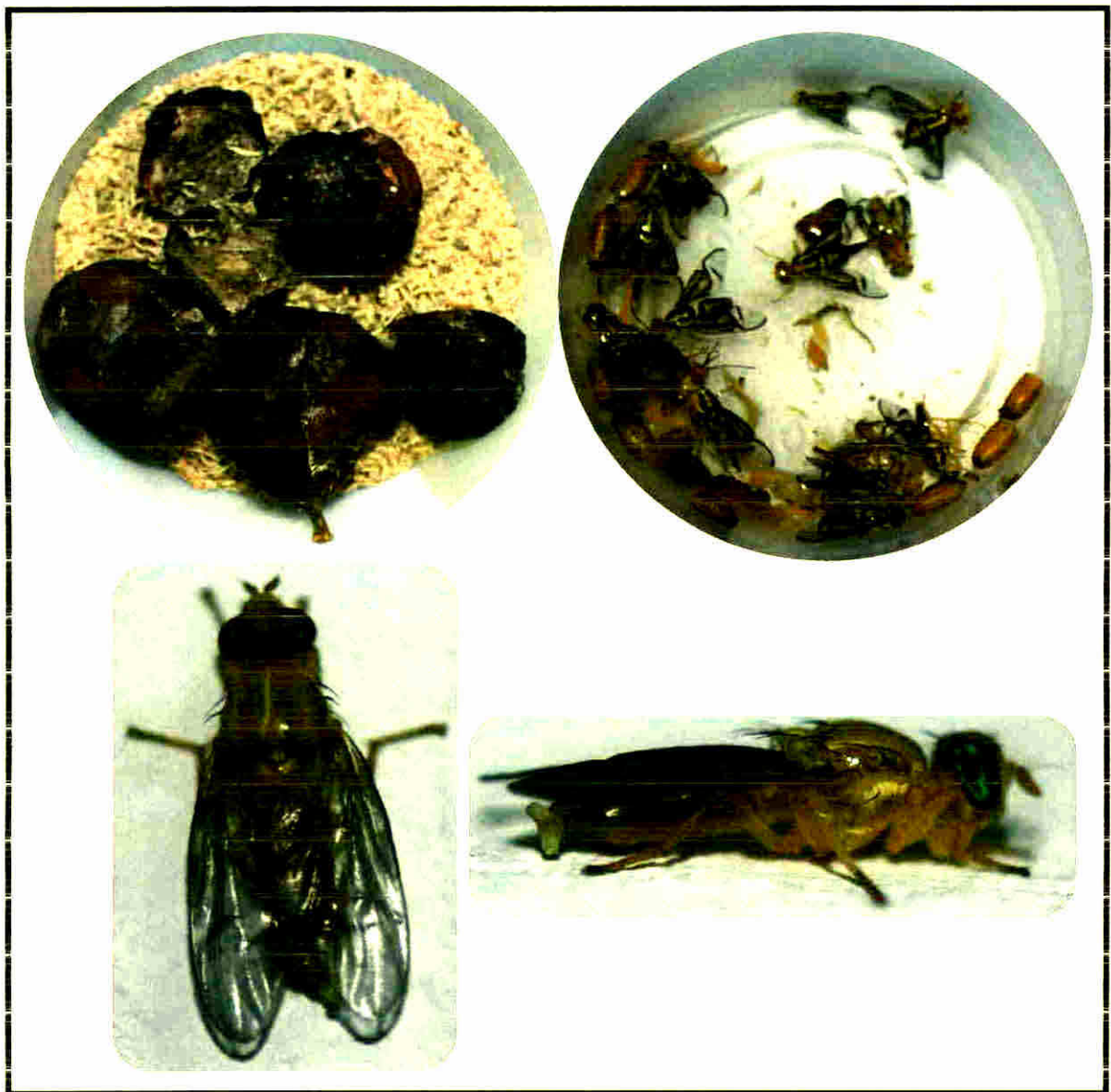
Las especies de *Spilomicrus* han sido registradas principalmente como endoparásitos solitarios de pupas de Diptera (Tephritidae Tachinidae Bibionidae Syrphidae Pipunculidae Muscidae Sciomyzidae) pero unas pocas especies han sido recuperadas de pupas de Coleoptera (Staphylinidae) (Notton 1999) *Spilomicrus hemipterus* se ha recuperado de pupas de *Anomala purmunda* (Tephritidae) infestando *Crataegus* (Rosaceae) y de varias especies de *Rhagoletis* infestando *Lonicera* (Caprifoliaceae) *Prunus* (Rosaceae) y *Berberis* (Berberidaceae) en Europa (Hoffmeister 1992) No obstante poder establecer una asociación del *Spilomicrus* recuperado con *Anastrepha obliqua* requiere de mayores estudios

## **2 11 Parasitoides en otras frutas**

### **2 11 1 Caimito (*Chrysophyllum cainito* Sapotaceae )**

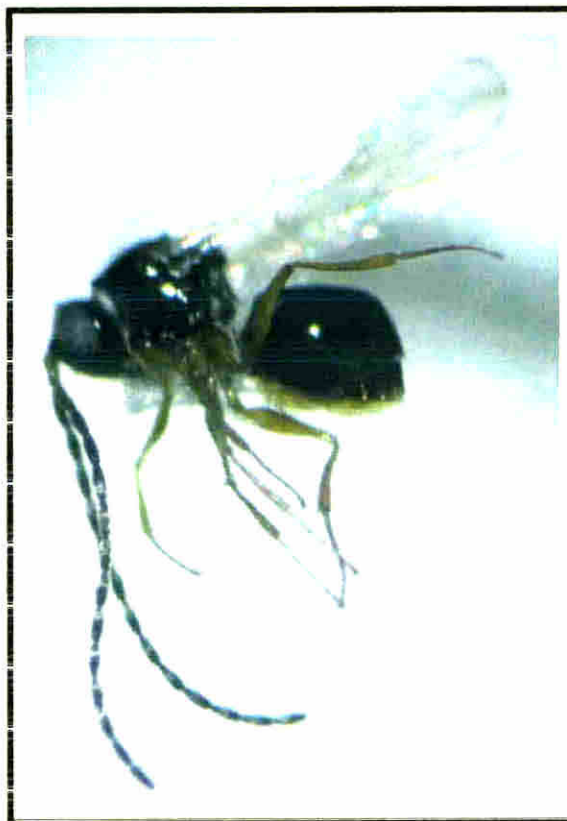
Se incluye en estos resultados la información sobre los parasitoides obtenidos a partir de cinco frutos de caimito (*Chrysophyllum cainito*) (Sapotaceae) procedentes de Piratí Tortí (Chepo Panamá) Esta especie vegetal no era parte original del estudio Pero durante los muestreos se recuperó un total de 93 pupas de Tephritidae de los cuales emergieron 73 adultos de *Anastrepha serpentina* Wiedemann (33♀ 40♂) (Figura 29) siete de *Doryctobracon areolatus* Szépligeti y uno de *Aganaspis* sp (Figura 30) El resto de las pupas murieron

*Doryctobracon areolatus* ha sido reportado asociado a *Anastrepha serpentina* en México, Venezuela y Brasil (Cuadro 4). En Panamá, Navarro (1996) reporto a *D. areolatus* parasitando a *A. serpentina* alimentándose de *Chrysophyllum cainito* (Sapotaceae) y Esquivel (2000) observo un parasitoidismo natural de 0.54 y 4.43 % de *D. trinidadensis* Gahan sobre *A. serpentina* en frutos de *Pouteria buenaventurensis* (Sapotaceae).



**Figura 29.** *Anastrepha serpentina* en frutos de caimito. a. frutos de caimito; b. adultos y pupas vacías; c y d. adultos recién emergidos.





**Figura 30.** Adulto de *Aganaspis* sp.

En el Neotrópico hay dos especies de *Aganaspis* conocidas por parasitar especies de *Anastrepha*: *Aganaspis nordlanderii* y *Aganaspis pelleranoi*. *A. nordlanderii* se reporta solo afectando tres especies de *Anastrepha* (*A. fractura*, *A. striata* y *A. bahiensis*) en Brasil; mientras que *A. pelleranoi* esta reportada parasitando seis especies de *Anastrepha*, incluyendo *A. serpentina* en México (Cuadro 4). Es muy probable que el individuo recuperado de los frutos de Piriati sea *A. pelleranoi*, lo que presumiblemente sería el primer reporte de esta especie parasitando *A. serpentina* en Panamá; no obstante, se buscaran las herramientas y especialistas para confirmar la identificación.

## 2 11 2 *Hippomane mancinella* (Euphorbiaceae)

Se aporta información sobre cuatro individuos de *Asobara anastrephae* (1♂ 3♀) y ocho de *Doryctobracon areolatus* (1♂ 7♀) recuperados a partir de 62 frutos de *H mancinella* (3 libras aprox ) procedentes de Santa Clara (San Carlos Panamá) *Anastrepha acris* es la especie asociada a frutos de *H mancinella* (Aluja 1994) El unico parasitoide de *A acris* reportado hasta la fecha es *Parachasma* sp (Braconidae) y fue en frutos de *H mancinella* en Venezuela (Boscán y Godoy 1995) Wharton *et al* (1997) afirma que el nombre *Parachasma* fue empleado por Fisher (1967) durante 10 años hasta que se percato que *Parachasma* era miembro del género *Doryctobracon* pero que previamente había sido incluido en una subfamilia distinta

## 2 12 Relaciones tróficas

Una parte de los resultados de este estudio corroboran las relaciones tróficas observadas en otras investigaciones de Panamá (Figura 31) Este es el caso de *D areolatus* parasitando *A serpentina* en *C cainito* *A obliqua* en *M indica* y *A striata* en *P guajava* y de *D zeteki* sobre *A striata* en *P guajava* Los demás resultados aportan relaciones tróficas nuevas para Panamá (Figura 32)

Para *D areolatus* amplia su relación a cinco especies de *Anastrepha* y a seis especies frutales (se incluye *S mombin*) Esto refuerza lo planteado en diversas investigaciones en cuanto a su alta abundancia en el

Neotropico y a su capacidad de parasitar larvas en frutos de diversos tamaños (Aguar Meneses *et al* 2001 Ovruski *et al* 2000)

La predisposición de *O bellus* de parasitar larvas de *Anastrepha* en frutos pequeños (Aguar Meneses *et al* 2001) se evidencia en Panamá con los resultados de Medianero *et al* (2006) donde *O bellus* parasito a *A anomala* en frutos de *L panamensis* y el resultado obtenido aquí con *O bellus* atacando *A obliqua* en frutos de *S mombin*. Otras especies de *Anastrepha* reconocidas como hospederas son *A fraterculus*, *A monter* y *A serpentina* (Canal *et al* 1994)

Se aumenta a cuatro las especies de *Anastrepha* parasitadas por *D crawfordi* al incorporar en *A strnata* ante los resultados obtenidos en este estudio. Esta asociación con *A strnata* solo fue observada en frutos colectados por encima de 836 msnm.

La información sobre *Asobara anastrephae* representa el mayor aporte de este estudio en cuanto a nuevos registros de parasitoidismo para Panamá. Se reconoce su relación con tres especies de *Anastrepha* en cuatro especies frutales. Pese a que la gran mayoría de las especies de *Asobara* que emergen de frutas son reportadas parasitando Drosophilidae y no atacando Tephritidae, *A anastrephae* si ha sido obtenido a partir de larvas/pupas de *Anastrepha* (Ovruski *et al* 2000 Wharton y Yoder 2005).

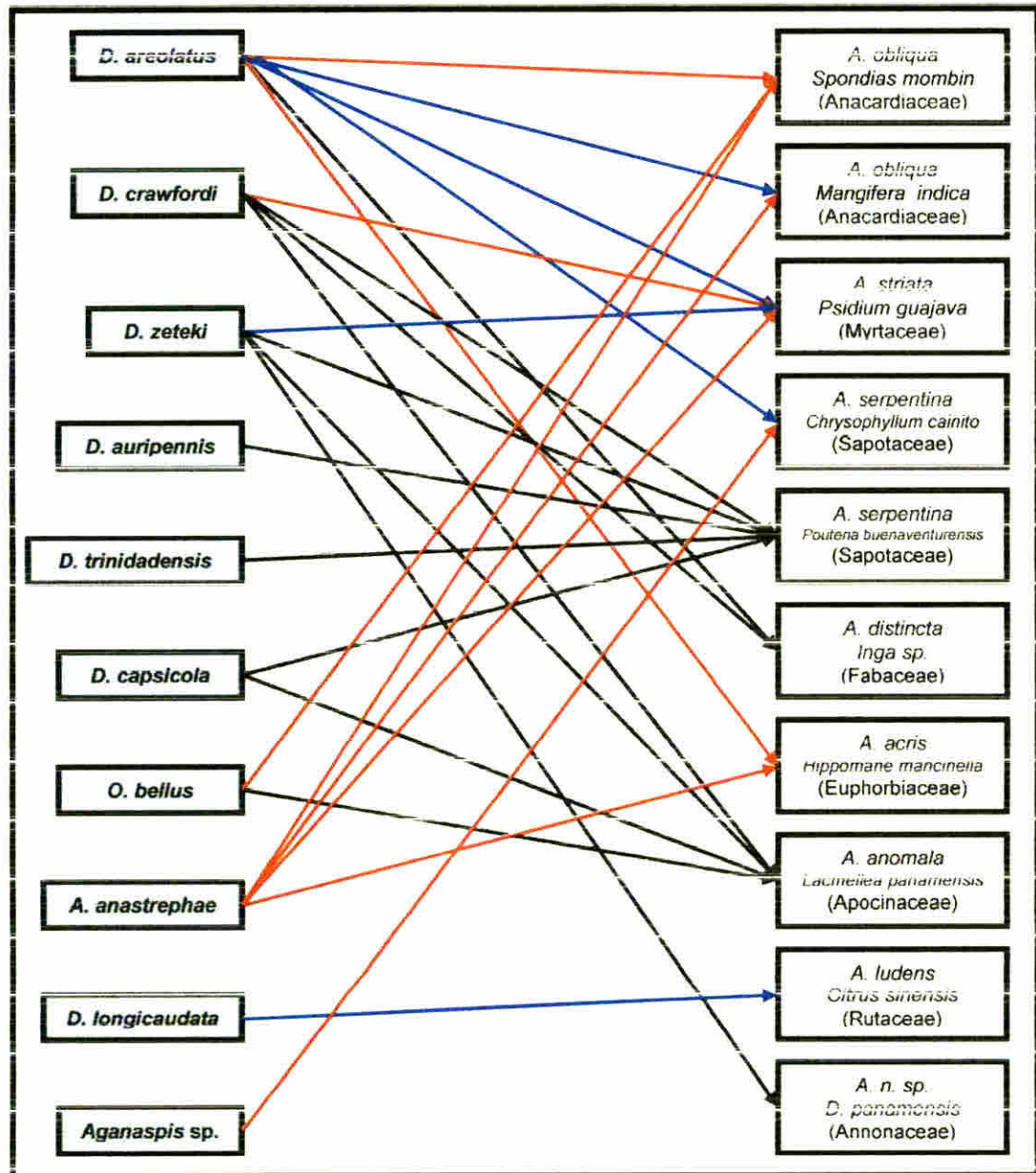


Figura 31. Relación trófica cualitativa entre parasitoides – *Anastrepha* – fruto hospedero en Panamá. Información previa: —; Información revalidada —; Nuevos aportes: —.



### **3 Evaluación de la profundidad de empupación de especies de**

#### ***Anastrepha* segun fruta hospedera**

Se empleó un total de 2948 frutos de las cinco especies frutales con un peso aproximado de 105 kg y 24 tanques plásticos. No se obtuvieron resultados de todas las especies frutales. Se reportó emergencia de moscas y presencia de pupas de Tephritidae únicamente en las pruebas con frutos de mango, jobo y guayaba. En el caso de la naranja, no hubo recuperación de pupas pese a que se recolectaron frutos en un sitio con registros de altas capturas en trampas de *A. ludens* información que fue proporcionada por el Programa Nacional de Mosca de la Fruta (Santa Fé, Veraguas). Se intentó coleccionar frutos de guaba en un sitio donde previamente se había recuperado *A. distincta* (Cerro Azul), sin embargo, los árboles fueron eliminados por el personal de la Autoridad Nacional del Ambiente. Luego de consultas con el Programa Nacional de Moscas de la Fruta (Ministerio de Desarrollo Agropecuario), se seleccionaron frutas de guaba del área de Divisa, Herrera.

#### **3.1 *Anastrepha obliqua***

##### **3.1.1 *Mangifera indica***

Se trabajó con un total de 126 frutos de mango (26.66 kg) empleándose siete tanques. Los frutos y el suelo de los tanques No. 1 a No. 3 procedían de Río Hato, Coclé (Franco Arenoso). Mientras que los frutos de los tanques No. 4 a No. 7 procedían de Nueva Esperanza (Panamá) y el suelo de Río Tapia, Tocumen, Panamá (Archilloso).

Los frutos de Río Hato (variedad Tommy Atkins) eran más grandes que los colectados en Nueva Esperanza (variedad calidad), por lo que en los tanques No.1, No.2 y No. 3 se colocaron ocho (3.39kg), nueve (3.81kg) y nueve frutos (3.81kg), respectivamente. En tanto, cada uno de los cuatro tanques de Nueva Esperanza contenía 25 frutos (peso promedio de 3.66kg).

En laboratorio, se recuperaron 111 pupas de Tephritidae entre todos los tanques, siendo *A. obliqua* la única especie de Tephritidae que emergió. El 58.56% de las pupas fue colectado de cero a 2.5cm de profundidad y el 23.42% de 2.5 a 5.0cm (Cuadro 19).

**Cuadro 19.** Cantidades de pupas de *Anastrepha* recuperadas según nivel de profundidad en tanques conteniendo frutos de mango.

PROFUNDIDAD (cm)	NÚMERO DE TANQUE							TOTAL
	1	2	3	4	5	6	7	
0 – 2.5	16	38	3	7	0	1	0	65
2.5 – 5.0	0	16	1	7	1	1	0	26
5.0 – 7.5	0	5	0	1	1	0	0	7
7.5 – 10.0	1	1	0	4	1	0	0	7
10.0 – 12.5	0	0	0	2	0	1	1	4
12.5 – 15.0	0	0	0	1	0	0	0	1
15.0 – 17.5	0	0	0	0	0	0	0	0
17.5 – 20.0	1	0	0	0	0	0	0	1
20.0 – 22.5	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>TOTAL</b>	<b>18</b>	<b>60</b>	<b>4</b>	<b>22</b>	<b>3</b>	<b>3</b>	<b>1</b>	<b>111</b>

La mayor profundidad fue alcanzada por una pupa encontrada entre 17.5 y 20.0cm. El 73.87% de las pupas procedían de los tres tanques con frutos de Río Hato, mostrando así una mayor infestación con respecto a los procedentes de Nueva Esperanza.

### **3.1.2 *Spondias mombin* (Jobo)**

Se empleó un total de 2160 frutos de jobo (13.61kg) distribuidos en pesos uniformes en cuatro tanques. Los frutos y el suelo procedían de Río Hato, Coclé (Franco Arenosa). Se recuperó en laboratorio un total de 2719 pupas de Tephritidae, emergiendo únicamente *A. obliqua*. El 95% de las pupas fue colectado de 0 a 2.5cm y el 4.67% de 2.5 a 5.0cm de profundidad (Cuadro 20). La máxima profundidad alcanzada la tuvieron dos pupas (10 a 12.5cm).

**Cuadro 20** Cantidades de pupas de *Anastrepha* recuperadas segun nivel de profundidad en tanques conteniendo frutos de jobo

PROFUNDIDAD (cm)	NUMERO DE TANQUE				TOTAL
	1	2	3	4	
0 – 2 5	712	811	448	613	2584
2 5 – 5 0	37	17	12	61	127
5 0 – 7 5	1	1	0	3	5
7 5 – 10 0	1	0	0	0	1
10 0 – 12 5	1	0	1	0	2
12 5 – 15 0	0	0	0	0	0
15 0 – 17 5	0	0	0	0	0
17 5 – 20 0	0	0	0	0	0
20 0 – 22 5	0	0	0	0	0
<b>TOTAL</b>	<b>752</b>	<b>829</b>	<b>461</b>	<b>677</b>	<b>2719</b>

### 3 2 *Anastrepha striata*

Los 460 frutos de guayaba (25 52kg) y suelo provenientes de Boquete Chínquí (Franco) fueron divididos en cuatro tanques (Cuadro 21) El 86 48% de las pupas fue colectado entre cero a 2 5cm el 10 24% de 2 5 a 5 0cm de profundidad La mayor profundidad observada se dio con una pupa encontrada entre 10 0 a 12 5cm

**Cuadro 21** Cantidades de pupas de *Anastrepha* recuperadas segun nivel de profundidad en tanques conteniendo frutos de guayaba

PROFUNDIDAD (cm)	NUMERO DE TANQUE				TOTAL
	1	2	3	4	
0 – 2 5	63	69	45	34	211
2 5 – 5 0	3	8	12	2	25
5 0 – 7 5	2	0	1	0	3
7 5 – 10 0	4	0	0	0	4
10 0 – 12 5	1	0	0	0	1
12 5 – 15 0	0	0	0	0	0
15 0 – 17 5	0	0	0	0	0
17 5 – 20 0	0	0	0	0	0
20 0 – 22 5	0	0	0	0	0
<b>TOTAL</b>	<b>73</b>	<b>77</b>	<b>58</b>	<b>36</b>	<b>244</b>

### 3 3 *Anastrepha ludens*

Se empleo un total de 162 frutos de naranja (27 76kg) repartidos en cinco tanques. El tanque No 1 contenía frutos y suelo provenientes de Cerro Campana (Panamá) y los tanques restantes mantenían frutos y suelo de Santa Fe (Veraguas). Pese a que en los meses previos a la colecta de frutos se habían reportado elevadas capturas de *A. ludens* en trampas con cebo alimenticio en Santa Fe, no se recuperaron pupas de Tephritidae en ninguno de los tanques evaluados de esta localidad y tampoco del tanque de Cerro Campana. No se evaluó el tipo de textura de este suelo.

### 3.4. *Anastrepha distincta*

Un total de 40 frutos de guaba (11.65kg) fue distribuido en cuatro tanques en cantidades similares. Los frutos provenían de Divisa y el suelo de Río Tapia-Tocumen (Panamá). No hubo emergencia de adultos de *Anastrepha*, por lo que a los cuatro meses de iniciada la prueba se procedió a revisar los diferentes niveles del suelo sin encontrar pupas de Tephritidae. No se evaluó el tipo de textura de este suelo.

### 3.5. *Anastrepha tumida*

Aunque *Castilla elastica* (Moraceae) no estaba contemplada dentro de la investigación, se presentan aquí los resultados obtenidos en pruebas de profundidad con 50 frutos provenientes del dosel del Parque Natural Metropolitano (Panamá), distribuidos en dos tanques con tierra de la misma área. Se recuperaron 138 pupas de *Anastrepha tumida* de la siguiente manera: 43 entre cero y 2.5cm, 68 pupas se colectaron entre 2.5 y 5.0cm, entre 5.0 y 7.5cm se colectaron 26 pupas y una a los 10.0cm de profundidad. *A. tumida* mostró preferencia por una profundidad de 2.5 a 5.0 cm (49.28%). La importancia de la información aportada aquí, se fundamenta en el hecho de que no existen estudios previos que evalúen la profundidad en que empupan las larvas de *A. tumida*. No se determinó la textura del suelo empleado en la prueba. La identificación de *A. tumida* fue realizada por el especialista Cheslavo Korytkowski.

La compactación fue mayor en el suelo Arcilloso de Río Tapia–Tocumen, seguido por el Franco Arenoso de Río Hato y el Franco de Boquete. Se presentan las lecturas realizadas en los tanques donde hubo presencia de pupas, exceptuando los tanques No.1 a No3 de mango y el tanque No. 1 de jobo ya que estos fueron procesados cuando aun no se disponía del equipo respectivo (Cuadro 22).

Las larvas de *A. obliqua* y *A. striata* mostraron una predilección por empupar en los primeros cinco centímetros de profundidad, independiente del fruto que provinieran y del tipo de textura suelo. No obstante, la preferencia dentro de este rango fue mayor en el nivel que va de cero a 2.5cm: *A. obliqua* con 58.56% en mango y 95% en jobo; 86.48% de *A. striata* en guayaba. Hodgson *et al.* (1998), obtuvieron en campo resultados similares con *A. obliqua* en suelos franco arenosos debajo de árboles de *Spondias purpurea*; mientras que en suelos franco arcillosos bajo árboles de guayaba no encontraron pupas más allá de 2.0cm de profundidad.

Si se evalúa específicamente la información registrada para *A. obliqua* entre el primer (0–2.5 cm) y segundo nivel (2.5–5.0 cm) de profundidad con relación con la compactación y el tipo de textura de los suelos empleados, se encuentra que el 95.03% de los individuos de *A. obliqua* empuparon entre 0 y 2.5 cm de profundidad en el suelo Franco Arenoso de Río Hato; mientras que en el suelo Arcilloso de Río Tapia – Tocumen: 27.59% se ubicó en el nivel de 0 y 2.5 cm, 31.03 % entre 2.5 y 5.0 cm. Es decir, se recupero casi la misma cantidad de pupas entre los niveles 0 – 2.5 y 2.5 – 5.0 cm de profundidad, pese a que este



suelo tenía una compactación ligeramente mayor que el Franco Arenoso. Esto sugiere la necesidad de realizar futuras evaluaciones sobre el efecto del tipo de textura y la compactación en la profundidad de pupación de especies de *Anastrepha*. Por otro lado, conociendo que el hábito las moscas de la fruta de enterrarse en el suelo y empupar responde a una postura de protección durante esta etapa fenológica altamente vulnerable, profundidades mayor a los 5.0 cm podrían no garantizar la sobrevivencia del adulto cuando emerja de la pupa, ya que este no tiene la misma capacidad ni las ventajas que ofrece el cuerpo de una larva para desplazarse dentro del suelo.

Considerando que son pocos los estudios existentes donde se evalúe la profundidad de pupación de larvas de especies de *Anastrepha* y que la mayoría de estas pocas publicaciones se limitan a presentar observaciones en campo sin describir condiciones como textura del suelo o cobertura vegetal, se entiende que este trabajo aporta información sobre el comportamiento expresado por *A. obliqua*, *A. striata* y *A. tumida* en cuanto a la profundidad en que empupan en el suelo. Se aclara que los resultados obtenidos responden a las condiciones particulares en que se estableció el ensayo, como lo es la fruta hospedera, la textura y resistencia de penetración o compactación del suelo ( $\text{kg/cm}^2$ ) del suelo empleado.



**Cuadro 22.** Lecturas promedio del penetrometro (Kg/cm<sup>2</sup>) a diferentes profundidades en cada tanque donde hubo recuperación de pupas de *Anastrepha*.

PROFUNDIDAD (centímetros)	MANGO <sup>a</sup>				JOBO <sup>b</sup>			GUAYABA <sup>c</sup>			
	TANQUE 4	TANQUE 5	TANQUE 6	TANQUE 7	TANQUE 2	TANQUE 3	TANQUE 4	TANQUE 1	TANQUE 2	TANQUE 3	TANQUE 4
0	7.5	8.2	5.9	7.7	6.9	5.0	7.5	2.1	2.0	2.3	2.0
2.5	9.2	8.9	8	8.6	6.2	5.3	9.0	2.7	2.9	3.0	2.2
5.0	8.6	10.5	7.8	8.6	6.9	6.7	7.6	2.9	3.4	3.1	2.8
7.5	8.1	8.9	7.6	8.2	5.6	6.9	8.8	3.5	3.6	3.7	3.3
10.0	9.8	9.3	8	8.2	6.3	7.0	8.3	4.2	3.8	3.3	3.4
12.5	10.0	9.8	8.1	8.9	8.4	7.5	9.6	4.6	3.6	2.5	4.7
15.0	9.5	9.7	6.9	9.2	----	----	----	3.5	4.0	2.0	4.1

Textura del suelo: <sup>a</sup> Arcilloso (Tocumen, Panamá); <sup>b</sup> Franco Arenoso (Río Hato, Coclé); <sup>c</sup> Franco (Boquete, Chiriquí).

#### 4. Consideraciones finales

Los resultados de este estudio confirman nuestra hipótesis que un gran número de interacciones fruto-*Anastrepha*-parasitoides en los ecosistemas tropicales aún está pendiente de ser descritas y más aún entendida.

En Panamá, el interés económico envuelto en la producción comercial de mango para la exportación se puede ver comprometido por la amplia presencia de *Anastrepha obliqua*. Los resultados obtenidos en cuanto a porcentaje de infestación y niveles de infestación dan evidencia de que los frutos de *Spondias mombin* pueden jugar un rol importante y hasta cierto punto fundamental en la dinámica poblacional de *Anastrepha obliqua*. Por otro lado la capacidad de *S. mombin* de ofertar 40 veces más larvas de *A. obliqua* por kilogramo de fruto que el mango puede hacer posible la presencia de diferentes especies parasitoides actuando en un mismo fruto. Por ejemplo: *A. anastrephae* + *D. areolatus* y *A. anastrephae* + *Opius bellus*.

A la vez que nuestros resultados corroboran el reporte de parasitoidismo natural de *Doryctobracon areolatus* en *A. obliqua* en mango hecho por Tapia (1989) para Panamá, revelan que este parasitoidismo también se viene dando en frutos de jobo. Este parasitoide ampliamente distribuido en el Neotrópico es usado en programas de control biológico en varios países de América, y haberlo encontrado en el hospedero nativo de *A. obliqua* refuerza la idea de su uso potencial en un futuro programa para Panamá de Manejo Integrado para la regulación de poblaciones de *A. obliqua*. Por otro lado, previo a este estudio en Panamá se tenía conocimiento de que *Doryctobracon areolatus* era el único

parasitoide afectando a *A. obliqua*. Nuestros resultados revelan dos especies más ejerciendo un parasitoidismo natural en *A. obliqua*: *Opius bellus* en frutos de jobo y *Asobara anastrepha* en frutos de jobo y mango. Los casos particulares reconocidos en esta investigación de *O. bellus* afectando a *A. obliqua* únicamente en frutos de jobo y de *A. anastrephae* (un Alysinae poco estudiado en nuestra región) con sus relaciones tróficas obligan a ampliar el conocimiento de estos dos parasitoides nativos a fin de determinar si es viable su uso en programas de control biológico de forma individual o como un complejo de parasitoides junto con *D. areolatus* a fin de regular las poblaciones de *A. obliqua* tanto en mango como en jobo en Panamá.

A la elevada infestación encontrada de *Anastrepha striata* en guayaba silvestre se le suma el hecho de no haberse detectado parasitoidismo natural en altitudes menores a los 500 msnm. Esta es una realidad que podría comprometer la futura exportación de las producciones comerciales de variedades taiwanesas de guayaba que coincidentemente se encuentran desarrollándose en este rango de altitud. El cultivo comercial de guayaba ha venido promoviéndose por el gobierno nacional a través del Ministerio de Desarrollo Agropecuario y la Misión Técnica de Taiwán. Esta situación ameritara tomar medidas como ampliar la búsqueda de parasitoides nativos; o bien, evaluar la actuación de *Doryctobracon zeteki* por debajo de los 500 msnm.

Los resultados de *Anastrepha ludens* obtenida de frutos de naranja, revelan un nulo parasitoidismo natural por parte de parasitoides nativos, y que el parasitoidismo fue extremadamente mínimo y limitado a un parasitoide exótico,



*Dichamismorpha longicaudata*. No existen registros de liberaciones de esta especie en los últimos 40 años por lo que se asume que estos especímenes deben provenir de poblaciones ya establecidas del parasitoide.

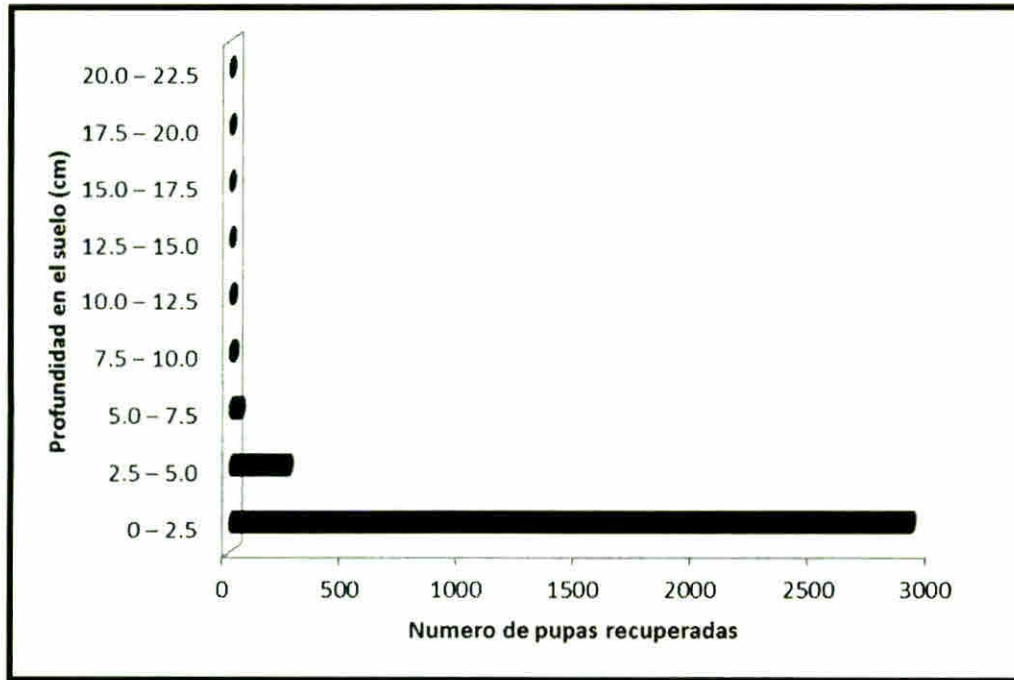
Es importante resaltar el hecho de que no se detectó en ninguno de los frutos muestreados la presencia de *Ceratitis capitata*. Este Tephritidae exótico conocido como “Mosca del Mediterráneo” es de suma importancia económica por lo que el Ministerio de Desarrollo Agropecuario ha venido desarrollando en los últimos años un programa de declaración de “área libre” para la región de Azuero y actualmente se encuentran en la implementación de otro programa que involucra la declaración de “país libre”.

Este estudio aporta para Panamá nuevos reportes y relaciones tróficas para *Asobara anastrephae*, a la vez que su presencia junto con otras especies parasitoides en un mismo fruto, tanto lo mencionado previamente en jobo como lo que se obtuvo en *Hippomane mancinella* (*A. anastrephae* + *D. areolatus*) y *P. guajava* (*A. anastrephae* + *D. zeteki*).

Se puede afirmar que los resultados obtenidos en este estudio apoyan las hipótesis expuesta, puesto que un número plural de nuevos registros son aportados para la fauna de parasitoides de mosca de la fruta, así como nuevas interacciones son establecidas, las cuales aumentan el conocimiento de los complejos de parasitoides que afectan las poblaciones de *Anastrepha* en condiciones de agroecosistema como en sistemas naturales.

De igual manera los resultados apoyan la hipótesis que existe una variación, aunque pequeña, en la profundidad a la que empupan las diferentes especies de

*Anastrepha* y que no se puede generalizar basados en estudios de una sola especie. No obstante, hay que destacar que existe una preferencia por hacerlo entre los 0 a 5 cm de profundidad.



**Figura 32.** Patron general a la que se encuentra las pupas del género *Anastrepha* dentro del suelo.

**CAPITULO V.**  
**CONCLUSIONES**

## CONCLUSIONES

- Se obtuvo una única especie de *Anastrepha* en cada una de las especies frutales evaluadas
- Al comparar las diferentes especies frutales evaluadas se denota una relación inversa entre el nivel de infestación obtenido y el peso promedio de los frutos de cada especie
- En mango y naranja existe una relación de dependencia entre el porcentaje de infestación por *Anastrepha* y el peso de los frutos
- En jobo y guayaba el peso de los frutos de jobo no demostró ser un factor que influyera en el porcentaje de infestación
- *Spondias mombin* representa para *Anastrepha obliqua* un hospedero nativo que resulta en un reservorio importante capaz de potenciar la población de esta especie en campo. Esto debido a su amplia distribución nacional y a su elevado nivel de infestación natural capaz de ofertar 40 veces más adultos de *A. obliqua* / kilogramo de fruto que lo ofertado por el mango
- *Anastrepha striata* disminuye la exposición de su larva a enemigos naturales al empupar dentro del fruto (próximo a la cáscara). Es muy probable que dicha conducta este asociada a una pudrición seca de los frutos de guayaba

- Braconidae (Hymenoptera) es la familia de parasitoides dominante que actúa naturalmente sobre *Anastrepha obliqua*, *Anastrepha striata* y *Anastrepha ludens* en Panamá

La infestación de frutos por especies de *Anastrepha* y la presencia de determinadas especies de parasitoides puede variar de un sitio a otro (condiciones ecológicas diferentes) sin importar que en ambos sitios este presente la misma especie frutal. Este es el caso de *Opius bellus* predominando entre los parasitoides de *Anastrepha obliqua* en jobo de San Miguel pero casi ausente en jobo de Río Hato.

- Existe una muy estrecha relación entre las especies *A. obliqua* y *A. striata* con sus hospederos y parasitoides nativos. El 86% de todos los parasitoides Braconidae nativos fueron recuperados de frutos nativos (jobo y guayaba).
- La distribución de *Doryctobracon zeteki* mostró estar asociada exclusivamente a la presencia de *Anastrepha striata* en frutos de guayaba y en segunda instancia a una altitud superior a los 568 msnm.

*Doryctobracon areolatus* es el parasitoide que muestra un mayor rango de especies de *Anastrepha* parasitadas (5) en un mayor número de especies frutales (6) en Panamá considerando la información aportada por estudios previos y la contribuida en esta investigación.

- Se reporta por primera vez en Panamá a *Doryctobracon crawfordi* parasitando *Anastrepha striata* en guayaba, *Aganaspis* sp. sobre *A. serpentina* en *Chrysophyllum cainito* y *Asobara anastrephae* y *Doryctobracon areolatus* sobre *A. acris* en *Hippomane mancinella*.



- Se reconoce en este estudio la asociación de *Asobara anastrephae* con tres especies de *Anastrepha* (*A. obliqua*, *A. stnata*, *A. acns*) en cuatro especies de fruto (*S. mombin*, *M. indica*, *P. guajava* y *H. mancinella*)
- La asociación exclusiva de *Opius bellus* con *Anastrepha obliqua* infestando jobo en este estudio reafirma la premisa de su asociación con especies de *Anastrepha* infestando frutos pequeños
- *Anastrepha ludens* solo fue parasitada naturalmente por *Diachasmimorpha longicaudata* un parasitoide introducido a Panamá en la década del 60
- Se reporta por primera vez a *Castilla elástica* como el hospedero de *Anastrepha tumida*
- Las larvas de *Anastrepha obliqua*, *Anastrepha stnata* y *Anastrepha tumida* muestran una predilección por empupar en el suelo entre los primeros cinco centímetros de profundidad independiente del fruto que provengan y del tipo de textura suelo
- Aunque las especies plagas *Anastrepha obliqua* y *A. stnata* mostraron preferencia por empupar a profundidades menores de cinco centímetros no se puede inmediatamente sugerir reducir la profundidad recomendada (40 – 60 cm) en que se entierran los frutos como medida cultural de control. Previo se debe determinar la sobrevivencia de los adultos de aquellas pupas enterradas a profundidades entre 10 y 20 cm

**CAPITULO VI.**  
**RECOMENDACIONES**

## RECOMENDACIONES

- Determinar los parasitoides asociados a *A. strata* en frutos de guayaba a altitudes menores de los 500 msnm zona donde se esta desarrollando e incrementando la producción comercial de guayaba en Panamá  
Evaluar el uso potencial de *Opius bellus* en la regulación de poblaciones de *Anastrepha obliqua* que infesta frutos de *Spondias mombin* a fin de reducir el impacto futuro en el mango
- Estudiar la situación de *Spondias* con respecto a las poblaciones de *A. obliqua* y de los parasitoides

**CAPITULO VII.**  
**BIBLIOGRAFÍA CITADA**

## BIBLIOGRAFÍA CITADA

AGUIAR MENEZES E MENEZES E SILVA P BÍTTAR A y CASSINO P 2001 Native Hymenopteran parasitoids associated with *Anastrepha* spp (Diptera Tephritidae) in Seropodia City Río de Janeiro Brazil 2001 *Florda Entomologist* 84(4) 706 – 711

ALUJA M 1994 Bionomics and Management of *Anastrepha* *Annual Review of Entomology* 39 155 – 178

ALUJA M RULL J SIVINSKI J NORRBOM A WHARTON R MACÍAS ORDÓÑEZ R DÍAZ FLEISCHER F y LÓPEZ M 2003 Fruit Flies of the Genus *Anastrepha* (Diptera Tephritidae) and Associated Native Parasitoids (Hymenoptera) in the Tropical Rainforest Biosphere Reserve of Montes Azules Chiapas Mexico *Environmental Entomology* 32(6) 1377 – 1385

ALUJA M SIVINSKI J RULL J y HODGSON J 2005 Behavior and predation of fruit fly larvae (*Anastrepha* spp) (Diptera Tephritidae) after exiting fruit in four types of habitats in tropical Veracruz Mexico *Environmental Entomology* 34(6) 1507 – 1516

ALUJA M MONTOYA P CANCINO J GUILLÉN L y RAMÍREZ ROMERO R 2008 Moscas de la Fruta *Anastrepha* spp (Diptera Tephritidae) *En Casos de Control Biológico en México* Ed Arredondo-Bernal & Rodríguez del Bosque 193 – 222

ALUJA M OVRUSKI S GUILLÉN L OROÑO L y SIVINSKI J 2009 Comparison of the Host Searching and Oviposition Behaviors of the Tephritid (Diptera) Parasitoids *Aganaspis pelleranoi* and *Odontosema anastrephae* (Hymenoptera Figitidae Eucilinae) *Journal Insect Behaviour* 22 423 – 451

BOMFIM D UCHOA FERNANDES M y BRAGANÇA M 2007 Hosts and Parasitoids of Fruit Flies (Diptera Tephritoidea) in the State of Tocantins Brazil *Neotropical Entomology* 36(6) 984 – 986

CABI 2013 *Anastrepha ludens* (Mexican fruit fly) Datasheets Invasive Species Compendium Centre for Agricultural Bioscience International <http://www.cabi.org/isc/?compid=5&dsid=5654&loadmodule=datasheet&page=481&site=144#> Accesado 03 abril 2013

CABI 2013 *Anastrepha obliqua* (West Indian fruit fly) Datasheets Invasive Species Compendium Centre for Agricultural Bioscience International <http://www.cabi.org/isc/?compid=5&dsid=5659&loadmodule=datasheet&page=481&site=144> Accesado 03 abril 2013

CABI 2013 *Anastrepha serpentina* (Sapodilla fruit fly) Datasheets Invasive Species Compendium Centre for Agricultural Bioscience International <http://www.cabi.org/isc/?compid=5&dsid=5665&loadmodule=datasheet&page=481&site=144> Accesado 03 abril 2013

CANAL N ZUCCHI R DA SILVA N y LEONEL F 1994 Reconocimiento de las especies de parasitoides (Hym Braconidae) de moscas de las frutas (Dip Tephritidae) en dos municipios del estado de Amazonas Brasil *Boletín del Museo de Entomología de la Universidad del Valle* 2(1 2) 1 – 17

CANAL N ZUCCHI R SILVA N y SILVEIRA NETO S 1995 Análise faunística dos parasitóides (Hymenoptera Braconidae) de *Anastrepha* spp (Diptera Tephritidae) em Manaus e Iranduba Estado de Amazonas *Acta Amazonica* 25(3/4) 235 – 246

CARBALLO V 1998 Abundancia Estacional y Daño de *Anastrepha striata* en genotipos de guayaba y Cas *Manejo Integrado de Plagas* 50 66 – 72

CARREJO N y GONZÁLEZ R 1999 Parasitoids reared from species of *Anastrepha* (Diptera Tephritidae) in Valle del Cauca Colombia *Florda Entomologist* 82(1) 113 – 118

CHAVERRI L 2000 Ciclo de vida de *Anastrepha striata* Schiner (Diptera Tephritidae) en Condiciones de Laboratorio y de Campo en una Zona de Bosque Humedo de Costa Rica Tesis de maestría Facultad de Agronomía Universidad de Costa Rica Costa Rica 108 págs

COSTAS S QUERINO R RONCHI TELES B PENTEADO DIAS A y ZUCCHI R 2009 Parasitoid diversity (Hymenoptera Braconidae and Figitidae) on frugivorous larvae (Diptera Tephritidae and Lonchaeidae) at Adolpho Ducke Forest Reserve Central Amazon Region Manaus Brazil *Brazilian Journal Biololgy* 69(2) 363 – 370

DA SILVA N 2008 Sampling Conserving and Identifying Fruit Flies Chapter 9 In *A Handbook of Tropical Soil Biology* Ed Moreira F Huising E Bignell D 175 – 178

DÍAZ FLEISCHER F y ALUJA M 2003 Clutch size in frugivorous insects as a function of host firmness the case of the tephritid fly *Anastrepha ludens* *Ecological Entomology* 28 268 – 277

DUAN J y MESSING R 2000 Effects of Host Substrate and Vibration Cues on Ovipositor Probing Behavior in Two Larval Parasitoids of Tephritidae Fruit Flies *Journal of Insect Behavior* 13(2) 175 – 186

EBEN A BENREY B SIVINSKI J y ALUJA M 2000 Host species and host plant effects on performance of *Diachasmimorpha longicaudata* (Hymenoptera Braconidae) *Environmental Entomology* 29 87 – 94

EPPO 2013 PQR – EPPO database on quarantine pests Plant Quarantine data Retrieval system – European and Mediterranean Plant Protection Organization Accesado 03 abril 2013

ESQUIVEL H 2000 Sincronía biológica relación interspecífica y análisis de calidad hospedera de *Pouteria buenaventurensis* (Sapotaceae) com *Anastrepha serpentina* y *Anastrepha intermedia* n sp en Altos de Pacora (1998 1999) Tesis de Maestría Programa de Maestría en Entomología Universidad de Panamá Panamá 96 págs

ETESA 2013 Clima de Panamá Datos históricos Empresa de Transmisión Eléctrica S A [http://www.hidromet.com.pa/clima\\_historicos.php](http://www.hidromet.com.pa/clima_historicos.php) Accesado 05 abril 2013

EVANS E 2008 Tendencias Recientes en la Producción Comercio y Consumo de Mango en el Mundo y en los Estados Unidos FE 790 University of Florida IFAS Extension <http://edisnews.ifas.ufl.edu/2008/12/fe790-tendencias-recientes-en-la-produccion-comercio-y-consumo-de-mango-en-el-mundo-y-en-los-estados-unidos/> Accesado 05 abril 2013 7 págs

FÉLIX COSTA R GONÇALVES DA SILVA C MARCHIORR C BARBOSA B MARQUES M y CASTRO L 2007 Parasitismo em *Anastrepha* sp (Diptera Tephritidae) por *Aganaspis pelleranoi* (BRÉTHES 1924) and *Dicerataspis* sp (Hymenoptera Figitidae Eucilinae) *Ciência e Agrotecnologia* 31(3) 720 – 723

FERNANDES W SANTANA M RAIZER J y LANGE D 2012 Predation of Fruit Fly Larvae *Anastrepha* (Diptera Tephritidae) by Ants in Grove *Psyche* 7 págs

FRANCIS J 1992 *Spondias mombin* L Hogplum SO ITF SM 51 New Orleans LA U S Department of Agriculture Forest Service Southern Forest Experiment Station 4 págs

GALLI J y RAMPAZZO E 1996 Enemigos naturales predadores de *Anastrepha* (Diptera Tephritidae) capturados con trampas de suelo en huertos de *Psidium guajava* L *Boletín de Sanidad Vegetal Plagas* 22 297 – 300

GARCÍA F y CORSEUIL E 2004 Native Hymenopteran parasitoids associated with fruit flies (Diptera Tephritidae) in Santa Catarina State Brazil *Florda Entomologist* 87 (4) 517 – 521

GARCÍA J y MONTILLA R 2001 *Coptera haywardi* Loíacono (Hymenoptera Diapriidae) parasitoide de pupas de *Anastrepha* spp (Diptera Tephritidae) en Venezuela *Entomotropica* 16 (3) 191 – 195

GREENE CH 1924 Characters of the larvae and pupae of certain fruit flies *Journal of Agncultural Research* 38 (9) 489 – 504

GUIMARÃES J ZUCCHI R DIAZ N DE SOUZA FILHO M y UCHOA M 1999 Espécies de Eucilinae (Hymenoptera Cynipoidea Figitidae) Parasitoides de Larvas Frugívoras (Diptera Tephritidae e Lonchaeidae) no Brasil *Anais da Sociedade Entomológica do Brasil* 28 (2) 263 – 273

GUIMARÃES J y ZUCCHI R 2004 Parasitism behavior of three species of Eucilinae (Hymenoptera Figitidae) fruit fly parasitoids (Diptera) in Brazil *Neotropical Entomology* 33 217 – 224

HENNESSEY M 1997 Predation on Wandering Larvae and Pupae of Caribbean Fruit Fly (Diptera Tephritidae) in Guava and Carambola Grove soils *Journal of Agncultural Entomology* 14 (2) 129 – 138

HERNANDEZ ORTIZ V 1992 El género *Anastrepha* en México Taxonomía distribución y sus plantas huéspedes Instituto de Ecología Xalapa México 162 págs

HERNÁNDEZ ORTIZ V y ALUJA M 1993 Lista preliminar de especies del género *Anastrepha* (Diptera Tephritidae) con notas sobre su distribución y plantas hospederas *Folia Entomológica Mexicana* 88 89 – 105

HERNÁNDEZ ORTÍZ V DELFÍN GONZÁLEZ H ESCALANTE TIO A y MANRIQUE SAIDE P 2006 Hymenopteran parasitoids of *Anastrepha* fruit flies (Diptera Tephritidae) reared from different hosts in Yucatan Mexico *Florda Entomologist* 89 (4) 508 – 515



HODGSON, P., SIVINSKI, J., QUINTERO, G. y ALUJA, M. 1998. Depth of Pupation and Survival of Fruit Fly (*Anastrepha* spp.: Tephritidae) Pupae in a Range of Agricultural Habitats. *Environmental Entomology*, 27 (6): 1310 – 1314

HOFFMEISTER, T. S. 1992. Factors determining the structure and diversity of parasitoid complexes in tephritid fruit flies. *Oecologia*, 89: 288 – 297.

HOU, B., XIE, Q. y ZHANG, R. 2006. Depth of pupation and survival of the Oriental fruit fly, *Bactrocera dorsalis* (Diptera: Tephritidae) pupae at selected soil moistures. *Applied Entomology and Zoology*, 41(3): 515 – 520.

HULTHEN, A. y CLARKE, A. 2006. The influence of soil type and moisture on pupal survival of *Bactrocera tryoni* (Froggatt) (Diptera: Tephritidae). *Australian Journal of Entomology*, 45(1): 16 – 19.

ICA, PNMF. 2010. Manual de detección de moscas de la fruta. Plan Nacional de Detección, Control y Erradicación de moscas de la fruta. Instituto Colombiano Agropecuario. 80 págs.

IICA. 2008. La Fruticultura en Panamá: su potencial socioeconómico e iniciativas para su desarrollo. Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura. Panamá. 167 págs.

IGN Panamá. 2007. Atlas Nacional de la República de Panamá, 4° ed. Instituto Geográfico Nacional “tommy Guardia”.

IMA. 2004. Algunos Frutales Potenciales en Panamá, Su Producción para la Comercialización. Instituto de Mercadeo Agropecuario. Panamá. 294 págs.

IMA. 2010. Calendario de Cosechas de productos nacionales. <http://www.ima.gob.pa/ima/uploads/pdf/actualizacion%20de%20calendario.pdf>. Accesado: 02 abril 2013.

INEC. 2012. VII Censo Nacional Agropecuario. Resultados Finales Básicos, 2011. Instituto Nacional de Estadística y Censo, Contraloría General de la República de Panamá. [http://www.contraloria.gob.pa/inec/Publicaciones/Publicaciones.aspx?ID\\_SUBCATEGORIA=60&ID\\_PUBLICACION=481&ID\\_IDIOMA=1&ID\\_CATEGORIA=15](http://www.contraloria.gob.pa/inec/Publicaciones/Publicaciones.aspx?ID_SUBCATEGORIA=60&ID_PUBLICACION=481&ID_IDIOMA=1&ID_CATEGORIA=15). Accesado: 02 abril 2013.

INSUASTY, O., CUADROS-MARTÍNEZ, J., MONROY, R. y BAUTISTA, J. 2007. Manejo Integrado de Moscas de la Fruta de la Guayaba (*Anastrepha* spp.). CORPOICA, E. E. CIMPA, CONVENIO SENA – COLCIENCIAS. 28 págs.

- JIRÓN L y MEXZON R 1989 Parasitoid Hymenopterans of Costa Rica Geographical distribution of the species associated with fruit flies (Diptera Tephritidae) *Entomophaga* 34 (1) 53 – 60
- KATIYAR K P CAMACHO J GERAUD F y MATHEUS R 1995 Parasitoides himenópteros de moscas de las frutas (Diptera Tephritidae) en la región occidental de Venezuela *Revista de la Facultad de Agronomía LUZ (Venezuela)* 12 303 – 312
- KORYTKOWSKI C 2002 Diversidad de especies del género *Anastrepha* Schiner (Diptera Tephritidae) en Cerro Azul Altos de Pacora En Resúmenes 21º Congreso científico 66
- KORYTKOWSKI C 2007 Lineamientos y tácticas para el establecimiento de programas de control biológico efectivos de moscas de la fruta (Diptera Tephritidae) Programa Centroamericano de Maestría en Entomología Universidad de Panamá Presentado en XLIX Convención Nacional de la Sociedad Entomológica del Perú Chiclayo Perú 36 págs
- KORYTKOWSKI C 2009 Manual para la identificación de moscas de la fruta Género *Anastrepha* Schiner 1968 Programa de Maestría en Entomología V I P Universidad de Panamá 141 págs (No publicado)
- LÓPEZ M ALUJA M y SIVINSKI J 1999 Hymenopterous Larval–Pupal and Pupal Parasitoids of *Anastrepha* Flies (Diptera Tephritidae) in Mexico *Biological Control* 15 119 – 129
- LOZA MURGUÍA M SMELTEKOP H ALMANZA J RUÍZ M 2011 Dinámica poblacional de adultos de la mosca boliviana de la fruta *Anastrepha* sp (Diptera Tephritidae) en el Municipio de Coroico Departamento de La Paz Bolivia *Journal of the Selva Andina Research Society* 2(2) 2 12
- MARSARO JUNIOR A ADAIME R RONCHI TELES B RIBEIRO LIMA C y DA SILVA PEREIRA P 2011 *Anastrepha* species (Diptera Tephritidae) their hosts and parasitoids in the extreme north of Brazil *Biota Neotropica* 11(4) 117 – 123
- MEDIANERO E KORYTKOWSKI CH CAMPO C y DE LEÓN C 2006 Hymenoptera parasitoides asociados a *Anastrepha* (Diptera Tephritidae) en Cerro Jefe y Altos de Pacora Panamá *Revista Colombiana de Entomología* 32 (2) 136 – 139
- MENA CORREA J SIVINSKI J RAMÍREZ ROMERO R GATES M y ALUJA M 2008 Biology of *Eurytoma sivinskii* an unusual eurytomid

(Hymenoptera) parasitoides of fruit fly (Diptera Tephritidae) pupae *Florida Entomologist* 91 (4) 598 – 603

MONTOYA P y CANCINO J 2004 Control biológico por aumento en moscas de la fruta (Diptera Tephritidae) *Folia Entomológica Mexicana* 43 (3) 257 – 270

MONTOYA P FLORES S y TOLEDO J 2008 Effect of rainfall and soil moisture on survival of adults and immature stages of *Anastrepha ludens* and *A. obliqua* (Diptera Tephritidae) under semi field conditions *Florida Entomologist* 91 (4) 643 – 650

NAVARRO A 1996 Eficiencia hospedera del carmito *Chrysophyllum cainito* L para *Anastrepha* (Diptera Tephritidae) en Burunga Arraijan Panamá Tesis de Maestría Programa de Maestría en Entomología Universidad de Panamá 55p

NOTTON D 1999 A revision of the north west European species of the formosus species group of *Spilomicrus* (Hymenoptera Diapriidae) *Bulletin of the British Museum (Natural History) (Entomology)* 68(2) 129 – 144

NORRBOM A CARROLL L y FREIDBERG A 1998 Status of knowledge En Fruit fly expert identification system and systematic information database Ed Thompson F 524 págs págs 9 – 48

NORRBOM A ZUCCHI R y HERNÁNDEZ ORTIZ V 1999 Phylogeny of the Genera *Anastrepha* and *Toxotrypana* (Trypetinae Toxotrypanini) Based on Morphology En *Fruit Flies (Tephritidae) Phylogeny and Evolution of Behavior* Chapter 12 Ed Aluja M Norrbom A 987 págs págs 299 – 342

NORRBOM A 2003a *Anastrepha distincta* (Wiedemann) The Diptera Site Systematic Entomology Laboratory ARS USDA [http //www sel barc usda gov/diptera/tephriti/anastrep/distinct htm](http://www.sel barc usda gov/diptera/tephriti/anastrep/distinct htm) Accesado 02 abril 2013

NORRBOM A 2003b *Anastrepha ludens* (Loew) The Diptera Site Systematic Entomology Laboratory ARS USDA [http //www sel barc usda gov/diptera/tephriti/anastrep/ludens htm](http://www sel barc usda gov/diptera/tephriti/anastrep/ludens htm) Accesado 02 abril 2013

NORRBOM A 2003c *Anastrepha serpentina* (Wiedemann) The Diptera Site Systematic Entomology Laboratory ARS USDA [http //www sel barc usda gov/diptera/tephriti/anastrep/Serpent htm](http://www sel barc usda gov/diptera/tephriti/anastrep/Serpent htm) Accesado 02 abril 2013



NORRBOM, A. 2003d. *Anastrepha striata* Schiner. The Diptera Site. Systematic Entomology Laboratory, ARS, USDA. <http://www.sel.barc.usda.gov/diptera/tephriti/Anastrep/striata.htm>. Accesado: 02 abril 2013.

NORRBOM, A. 2010. Tephritidae (Fruit flies, Moscas de frutas). En: Manual of Central American Diptera Volume 2. Ed. Brown, B., Borkent, A., Cumming, J., Wood, D., Woodley, N. Zumbado, M. NRC Research Press. 1442 págs. 909 – 954.

NORRBOM, A., KORYTKOWSKI, CH., ZUCCHI, R., URAMOTO, K., VENABLE, G., MCCORMICK, J. y DALLWITZ, M. 2012. *Anastrepha* and *Toxotrypana*: descriptions, illustrations, and interactive keys. Version: 31st August 2012. <http://delta-intkey.com>. Accesado: 20 junio 2013.

NUÑEZ-BUENO, L., GOMEZ, R., GUARÍN, G. y LEÓN, G. 2004a. Moscas de las frutas (Diptera: Tephritidae) y parasitoides asociados con *Psidium guajava* L. y *Coffea arabica* L. en tres municipios de la Provincia de Vélez (Santander, Colombia). Parte 1: Índices de infestación y daño por moscas de las frutas (Diptera: Tephritidae). *Revista CORPOICA*, 5 (1): 05 – 12.

NUÑEZ-BUENO, L., GOMEZ, R., GUARÍN, G. y LEÓN, G. 2004b. Moscas de las frutas (Diptera: Tephritidae) y parasitoides asociados con *Psidium guajava* L. y *Coffea arabica* L. en tres municipios de la Provincia de Vélez (Santander, Colombia). Parte 2: Identificación y evaluación de parasitoides del Orden Hymenoptera. *Revista CORPOICA*, 5 (1): 13 – 21.

OVRUSKI, S., ALUJA, M., SIVINSKI, J. y WHARTON, R. 2000. Hymenopteran parasitoids on fruit-infesting Tephritidae (Diptera) in Latin America and the southern United States: Diversity, distribution, taxonomic status and their use in fruit fly biological control. *Integrated Pest Management Reviews*, 5: 81 – 107.

OVRUSKI, S., SCHLISERMAN, P. y ALUJA, M. 2003. Native and Introduced Host Plants of *Anastrepha fraterculus* and *Ceratitis capitata* (Diptera: Tephritidae) in Northwestern Argentina. *Journal of Economic Entomology*, 96(4): 1108 – 1118.

OVRUSKI, S., WHARTON, R., SCHLISERMAN, P. y ALUJA, M. 2005. Abundance of *Anastrepha fraterculus* (Diptera: Tephritidae) and Its Associated Native Parasitoids (Hymenoptera) in "Feral" Guavas Growing in the Endangered Northernmost Yungas Forests of Argentina with an Update on the Taxonomic Status of Opiine Parasitoids Previously Reported in This Country. *Environmental Entomology*, 34 (4): 807 – 818.



PÉREZ, R. y AGUILAR, O. 2004. *Spondias mombin* L. En: Árboles del Parque Nacional Sarigua y las Áreas Secas de los alrededores. <http://biogeodb.stri.si.edu/bioinformatics/sarigua/species/97>. Accesado: 4 abril 2013.

RUÍZ, L., OROPEZA, A. y TOLEDO, J. 2011. Nuevas asociaciones de especies de parasitoides y *Anastrepha distincta* (Diptera: Tephritidae) en el Soconusco, Chiapas, México. *Acta Zoológica Mexicana*, 27 (3): 813 – 818.

RULL, J. 2008. Phylogeny, biology, behavior, and management of Tephritid fruit flies: An overview, in International Commission on Tropical Biology and Natural Resources, [Eds. Kleber Del Claro, Paulo S. Oliveira, Victor Rico-Gray, Alonso Ramirez, Ana Angelica Almeida Barbosa, Arturo Bonet, Fabio Rubio Scarano, Fernando Louis Consoli, Francisco Jose Morales Garzon, Jimi Naoki Nakajima, Julio Alberto Costello, Marcus Vinicius Sampaio, Mauricio Quesada, Molly R. Morris, Monica Palacios Rios, Nelson Ramirez, Oswaldo Marcal Junior, Regina Helena Ferraz Macedo, Robert J. Marquis, Rogerio Parentoni Martins, Silvio Carlos Rodrigues, Ulrich Luttge]., En Encyclopedia of Life Support Systems (EOLSS), Developed under the Auspices of the UNESCO, Eolss Publishers, Oxford, UK, [<http://www.eolss.net>]. Accesado: 15 febrero 2012.

SARMIENTO, C., AGUIRRE, H. y MARTÍNEZ, J. 2012. *Anastrepha* (Diptera: Tephritidae) y sus asociados: dinámica de emergencia de sus parasitoides en frutos de tres especies de plantas. *Boletín del Museo de Entomología de la Universidad del Valle*, 13 (1): 25 – 32.

SIVINSKI, J., ALUJA, M. y LOPEZ, M. 1997. Spatial and Temporal Distributions of Parasitoids of Mexican *Anastrepha* Species (Diptera: Tephritidae) within the Canopies of Fruit Trees. *Annals of the Entomological Society of America*, 90 (5): 604 – 618.

SIVINSKI, J., ALUJA, M. y HOLLER, T. 1999. The distributions of the Caribbean Fruit Fly, *Anastrepha suspensa* (Tephritidae) and its parasitoids (Hymenoptera: Braconidae) within the canopies of host trees. *Florida Entomologist*, 82 (1): 72 – 81.

SIVINSKI, J., PIÑERO, J. y ALUJA, M. 2000. The Distributions of Parasitoids (Hymenoptera) of *Anastrepha* Fruit Flies (Diptera: Tephritidae) along an Altitudinal Gradient in Veracruz, Mexico. *Biological Control*, 18: 258 – 269.

SOTO-MANITIU, J., CHAVERRI, L. y JIRÓN, L. 1997. Notas sobre la biología y ecología de *Anastrepha obliqua* (Diptera: Tephritidae), plaga de plantas Anacardiaceas en América tropical. I Formas inmaduras. *Agronomía Mesoamericana*, 8 (2): 116 – 120.

STICK, G. 1998. Mexican Fruit Fly, *Anastrepha ludens* (Loew) (Diptera: Tephritidae). Fla. Dept. agric. And Consumer Serv., *Division of Plant Industry. Entomology Circular No. 391*. 2 págs.

TAPIA, G. 1989. Relación del estado fenológico del mango papayo e infestaciones por moscas de la fruta en Capira. Tesis de Maestría. Programa de Maestría en Entomología. Universidad de Panamá. Panamá. 264 págs.

THOMAS, D. 1995. Predation on the soil inhabiting stages of the Mexican Fruit Fly. *Southwestern Entomologist*, 20(1): 61 – 71.

TIGRERO, J. 2007. Arquitectura del fruto e incidencia de parasitismo sobre larvas de *Anastrepha* (Diptera: Tephritidae). *Boletín Técnico 7, Serie Zoológica (Ecuador)*, 3: 31 – 40.

WEEMS, H. 1982. *Anastrepha striata* Schiner (Diptera: Tephritidae) Fla. Dept. agric. And Consumer Serv., *Division of Plant Industry. Entomology Circular No. 245*. 2 págs

WHARTON, R., MARSH, P. y SHARKEY, M. 1997. Manual of the New World genera of the family Braconidae (Hymenoptera). The International Society of Hymenopterists. 439 págs.

WHARTON, R. y YODER, M. 2005. Parasitoids of Fruit-Infesting Tephritidae web site. <http://hymenoptera.tamu.edu/paroffit/>. Modificación 09 julio de 2007. Accesado: 6 febrero 2011.

YEPES, F. y VELEZ, R. 1989. Contribución al conocimiento de las moscas de las frutas (Tephritidae) y sus parasitoides en el Departamento de Antioquia. *Revista Facultad Nacional de Agronomía Medellín*, 42 (2): 79 – 98.

ZUCCHI, E., MARINHO, C. y SILVA, R. 2011. First Record of the Fruit Fly Parasitoid *Doryctobracon crawfordi* (Viereck) (Hymenoptera: Braconidae) in Brazil. *Neotropical Entomology*, 40 (6): 711 – 712.